Mathesis. Astronomica. Systemata
et methodi

Populäre Astronomie.

Von

Friedrich Theodor Schubert,

Mitgliede der Kayserl. und der Königl. Akademien der Wissenschaften zu St. Petersburg und zu Stockholm.

Erster Theil.

Geschichte der Astronomie

und

Sphärische Astronomie.

St. Petersburg

Gedruckt bey der Kayserl. Akademie der Wissenschaften.

1804.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Bald nach Erscheinung meiner theoretischen Astronomie ward ich mehrmals aufgefodert, aus diesem Werke einen Auszug nach Art des La Landeschen zu machen. So wenig ich von dem Nutzen eines solchen Auszuges überzeugt bin, so leicht sah ich ein, daß es auch dies nicht eigentlich war, was man wünschte, sondern etwas sehr davon verschiedenes, dessen Nutzen, wenn anders die Ausführung dem Zweck entsprach, nicht zu verkennen war. Außer dem eigentlichen, nur für Astronomen brauchbaren System der Sternkunde, und einem Handbuche zum mündlichen Unterrichte, lassen sich wenigstens drey verschiedene Arten denken, wie diese Wissenschaft vorgetragen werden kann. Die erste wäre ein räsonnirtes Register oder ein vollständiges Resumé jenes Systems, das alle Lehrsätze der Astronomie ohne Beweis erzählte, eine Rechenschaft, wie sie sich der Astronom am Ende seiner mühsamen Untersuchungen ablegen würde: das vollkommenste Werk dieser Art ist die *Exposition du Système du Monde* von La Place's Meisterhand, das aber natürlich nur, wie das System selbst, von dem es die Resultate liefert, für den eigentlichen Astronomen verständlich und brauch-

bar ist. Um auch für die Layen zu sorgen, die wenigstens einen gehörigen Grad von Neugierde besitzen, wenn es ihnen gleich an Willen, an Kraft, oder an Gelegenheit fehlt, sich die nöthigen Vorkenntnisse zu erwerben, um die Wissenschaft gründlich zu studiren, hat man das Mittel gebraucht, bloß die interessantesten und glänzendsten Fakta am Himmel auszuheben; man hat gesucht, den Mangel an Ordnung und Gründlichkeit durch Deklamation zu ersetzen, und so die erhabenste Wissenschaft zu einem Spiele der Fantasie herabgewürdigt. Es ist schwer zu sehen, was die Wissenschaft, oder die, für deren Unterhaltung man auf diese Art sorgt, durch einen Unterricht gewinnen sollen, welcher der leyder schon zu sehr eingerissenen Sucht, über Dinge zu urtheilen, die man nicht versteht, neuen Stoff bietet.

Indeß kann man auch von der andern Seite fragen: Soll dann die Sternkunde immmer das ausschließliche Eigenthum einiger wenigen bleiben? Ist es durchaus unmöglich, sich diesen erhabenen Genuß zu verschaffen, ohne sich durch den Dornenpfad der mathematischen Analyse und der astronomischen Rechnungen durchgearbeitet zu haben? Sollte sich die Wissenschaft, die an kein Klima, kein Land, keine Religion gebunden ist, die für alle Völker und alle Stände gleiches Interesse hat, nicht populär vortragen lassen? und ist der Nutzen eines solchen

Vortrags, wenn er sich mit Gründlichkeit vereinigen läst, nicht offenbar?

Solche Betrachtungen waren es, die mich zur Ausarbeitung dieses Werks bewogen; und sie werden zugleich den gehörigen Gesichtspunkt anzeigen, aus dem dasselbe beurtheilt werden muß. Ich verstehe unter populärer Astronomie kein Volks-Buch; sondern die Leser, für die ich geschrieben zu haben wünsche, sind Gelehrte aus jedem Fache, und gebildete Menschen von jedem Stande, besonders aber jene achtungswürdigen Männer, deren Anzahl vorzüglich in Teutschland mit jedem Tage zunimt, die nicht von Amts wegen, sondern aus liberaler Denkungsart, ihre Zeit zur Erweiterung der Geographie durch astronomische Beobachtungen, auf eine so nützliche und rühmliche Art anwenden. Der Menschenfreund sieht mit Vergnügen die großen Fortschritte, die die Erdkunde, durch die immer allgemeiner werdende Liebhaberey zur praktischen Astronomie, in so kurzer Zeit gemacht hat, und erkennt mit Dank, daß diese Forschritte grösstentheils das Werk des unermüdeten Eifers sind, womit der als theoretischer und praktischer Astronom gleich verehrungswürdige Vorsteher der Sternwarte zu Gotha das Publikum zu dieser edeln Beschäftigung aufgemuntert, die Beobachtungs-Methoden erleichtert, und so viele ausgezeichnete praktische Astronomen gebildet hat. Wenn die Wissenschaften überhaupt ihren großen Zweck, Aufklärung zu verbreiten, erreichen sol-

len, so müssen sie nicht oberflächlich, aber doch auf eine allgemein faßliche Art vorgetragen werden: soll die Sternkunde für den Staat und das bürgerliche Leben nützlich werden, so bedarf sie der Hülfe einer Menge Beobachter, die nach unsrer bisherigen Verfassung das Studium dieser Wissenschaft nicht zu ihrer Haupt-Beschäftigung machen können. In beyderley Hinsicht wird eine gründliche, nur nicht eigentlich mathematische Theorie der Astronomie von großem Nutzen seyn: der gebildete Leser wird Belehrung und Unterhaltung in einer lichtvollen Darstellung der erhabensten Wahrheiten finden; und der Beobachter wird die vortrefflichen Werke der Herren Bohnenberger, von Ende, Schröter, ꝛc. mit größerem Nutzen gebrauchen können, wenn er die Lehren, auf welche sich die Beobachtungen und Rechnungen gründen, theoretisch kennt.

Aus dem was ich über den Zweck dieser Schrift gesagt habe, ergibt sich zugleich ihr Plan, der darin besteht, Deutlichkeit und Vollständigkeit mit Gründlichkeit, so weit es ohne eigentliche mathematische Rechnungen angeht, zu vereinigen. Es durfte daher kein Satz ohne Beweis vorgetragen, aber auch keine wichtige Wahrheit weggelassen werden. Man begreift leicht, daß es nicht möglich ist, die astronomischen Wahrheiten ohne Hülfe der Geometrie und mathematischen Analyse im strengsten Verstande zu demonstriren: selten läst sich mehr thun, als den Gang der

Schlüsse anzuzeigen, ohne sie zu entwickeln; und der Leser einer populären Astronomie muß zufrieden seyn, wenn ihm die Art und Weise gezeigt wird, wie man zu jedem Resultat gelangen konnte, wenn er das solide Fundament sieht, auf dem das Gebäude aufgeführt ist, ohne daß er im Stande ist, die Grundsteine aus einander zu nehmen und wider zusammen zu setzen. Vollkommene Gründlichkeit läst sich, wie vollkommene Genauigkeit, nur nach und nach erreichen, und beyde im strengsten Verstande vielleicht nie: für jedes Zeitalter und für jeden besondern Zweck gibt es einen bestimmten Grad der einen und der andern. Wer begreift, warum die Strahlenbrechung und Parallaxe die Weltkörper erhöhet und erniedrigt, und beydes desto mehr, je näher sie dem Horizonte sind; wer einsieht, wie diese scheinbaren Verrückungen durch Beobachtungen bestimmt, und Tafeln dafür berechnet werden können: der hat eine gründliche Kenntniß von dieser Theorie, und weiß sich Rechenschaft vom Gebrauche dieser Tafeln zu geben, wenn er gleich nicht im Stande ist, sie selbst zu berechnen.

Jedes System der Astronomie ist ohne die Geschichte der Wissenschaft unvollständig: denn sie ist mit der Theorie selbst so innig verwebt, daß sie dem eigentlichen Astronomen eben so unentbehrlich ist, als dem der seinen Verstand durch eine nähere Bekanntschaft mit dem erhabensten Werke des menschlichen Geistes aufzuklären sucht. Es schien mir daher noth-

wendig, eine Geschichte der Astronomie voraus zu schicken, die dem gebildeten Theile des Publikums, für den ich dieses Werk bestimmte, verständlich und interessant seyn könnte. Aus diesem Gesichtspunkt darf ich auf Entschuldigung rechnen, wenn man darin wichtige Entdeckungen vermißt, die sich nicht mit wenigen Worten verständlich machen ließen, und dagegen manches Faktum, oder wenn man will, manche Fabel aufgenommen findet, die vor dem kritischen Richterstuhle des Astronomen verworfen seyn würde.

Wenn Gesundheit und Geschäfte es mir erlauben, so wird in der nächsten Messe der zweyte Theil, ungefähr so stark wie dieser, erscheinen, welcher die theorische und physische Astronomie, oder die wahren Bewegungen der Weltkörper nebst ihren Ursachen enthalten wird.

St. Petersburg,
im Julius, 1804.

F. T. Schubert.

Inhalt.

Geschichte der Astronomie.

Ursprung der Astronomie. — Antediluvianische Astronomie. — Fabelhafte Astronomie. — Astronomie der Babylonier. Chaldäer. Ihre Astronomen. Ihre Beobachtungen. Ende ihrer Astronomie. Ihre astronomischen Kenntnisse. — Astronomie der Perser. — Astronomie der Phönizier. — Astronomie der Egyptier. Egyptische Astronomen. Ende ihrer Astronomie. Ihre astronomischen Kenntnisse. — Astronomie der Indier. Ihre astronomischen Kenntnisse. — Astronomie der Chinesen. Alter der Chinesischen Beobachtungen. Ihre astronomischen Kenntnisse. — Astronomie der Griechen. Zug der Argonauten. Jonische Schule. Pythagoräische Schule. Demokrit. Meton. Eudoxus. Plato. Aristoteles. Pytheas. Die Alexandrinische Schule. Timocharis und Aristyll. Aratus. Aristarch. Eratosthenes. Archimedes. Konon. Apollonius. Hipparch. Geminus. Posidonius. Sosigenes. Ptolemäus. Censorinus. Anatolius. Theon. Hypatia. Synesius. Achilles Tatius. Thius. Dionysius. Ende der Alexandrinischen Schule. — Astronomie der Araber. Ihre älteste Astronomie. Almamon. Albategnius. Verfall der Arabischen Astronomie. — Neu-Persische Astronomie. Unter den Mogolen. — Astronomie der neuern Europäer. Eilftes und zwölftes Jahrhundert. Dreyzehntes und vierzehntes Jahrhundert. Funfzehntes Jahrhundert. Purbach. Regiomontan. Walther. Sechszehntes Jahrhundert. Kopernik. Reinhold. Wilhelm IV. Möstlin. Tycho Brahe. Siebzehntes Jahrhundert. Neper. Erfindungen des siebzehnten Jahrhunderts. Kepler und Newton. Kepler. Galileo.

Huygens. Kassini. Halley. Flamstead. Hevelke. Newton. Achtzehntes Jahrhundert. Aberration und Nutation. Geschwindigkeit des Lichts. Ungeheure Entfernung der Fixsterne. Fortrücken des Sonnen-Systems. Menge der Sterne. Entfernung des Mondes. Gestalt der Erde. Entfernung der Sonne. Monds-Tafeln. Meeres-Länge. Theorie der Jupiters-Trabanten. Beobachtungs-Kunst. Entdeckungen am Himmel. Kometen. Neu entdeckte Planeten. *Mécanique céleste* von La Place.

Sphärische Astronomie.

Einleitung.

§. 1. Gegenstand der Astronomie. — §. 2. Absolute und relative Bewegung. — §. 3. Scheinbare und wahre Bewegung. — §. 4. Eintheilung der Astronomie. — §. 5. Sphärische Astronomie. — §. 6. Theorische Astronomie. — §. 7. Ordnung des Vortrags dieser Theile. — §. 8. Physische Astronomie. — §. 9. Zusammenhang aller Theile der Astronomie.

Erster Abschnitt.

Von der täglichen Bewegung.

I. Kapitel. Erste Beobachtungen am Himmel.

§. 10. Art des Vortrages. — §. 11. Erste Vorstellung der täglichen Bewegung. — §. 12. Ihre weitere Entwickelung. — §. 13. Täg-

liche Umwälzung der Sphäre. — §. 14. Unveränderlichkeit der täglichen Bewegung. — §. 15. Lehnsätze aus der Geometrie. Mathematische Zeichen. Linien und Ebnen. Rechte und schiefe Winkel. Scheitel-Winkel. Der Kreis. Maaß der Winkel. Quadranten. Grade, Minuten, Sekunden. Parallel-Linien. Gerablinige Dreyecke. Parallele Ebnen. Gleichschenklichte Dreyecke. Ebene Trigonometrie. Die Kugel. Gröste und kleinere Kreise. Parallel-Kreise und ihre Axe. Verhältniß ihrer Größe. Kugel-Zonen und Segmente. Sphärische Dreyecke. Sphärische Trigonometrie. — §. 16. Die tägliche Bewegung geschieht in Parallel-Kreisen um eine Axe. Parallatische Maschine. — §. 17. Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung. — §. 18. Die Größe der Erde verschwindet im Verhältniß gegen die Himmels-Sphäre.

II. Kapitel. Die Sphäre mit ihren Kreisen.

§. 19. Horizontale und vertikale Linien und Ebnen. — §. 20. Höhe, Azimut, Zenith. Quadrant. Azimutal-Quadrant. — §. 21. Scheinbarer und wahrer Horizont. Nadir. — §. 22. Pole, Axe, Parallele, Aequator. — §. 23. Abweichung und Rektaszension. — §. 24. Meridian. Norden, Süden, Osten, Westen. — §. 25. Polhöhe, Aequator-Höhe. — §. 26. Geographische Breite und Länge. — §. 27. Tag- und Nacht-Bogen. — §. 28. Kulmination und Mittags-Höhe. Korrespondirende Höhen. Stunden-Winkel. — §. 29. Sterne die nicht auf und untergehen.

III. Kapitel. Bestimmung der Mittagslinie und Polhöhe.

§. 30. Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung. — §. 31. Mittags-Linie. — §. 32. Erste Methode die Mittagslinie zu finden

aus der grösten Höhe. — §. 33. Zweyte Methode, aus der Zeit der korrespondirenden Höhen. — §. 34. Dritte Methode, aus den korrespondirenden Höhen selbst. — §. 35. Vierte Methode, aus dem Schatten der Sonne. — §. 36. Andre Methoden. — §. 37. Erste Methode, die Polhöhe zu bestimmen. — §. 38. Zweyte Methode. Mauer-Quadrant. — §. 39. Andre Methoden. Gnomon.

IV. Kapitel. Lage der Sterne gegen den Aequator.

§. 40. Orts-Bestimmungen der Sterne. — §. 41. Erste Methode, Abweichung und Rektaszension zugleich zu finden. Sextanten. — §. 42. Zweyte Methode, die Abweichung zu finden. — §. 43. Dritte Methode, die Abweichung zu finden. — §. 44. Vierte Methode, die Rektaszension zu finden. — §. 45. Fünfte Methode, die Rektaszension zu finden. — §. 46. Sechste Methode, die Abweichung und Rektaszension zugleich zu finden. Netz von 45 Graden. — §. 47. Rekapitulation.

Zweyter Abschnitt.

Von der Sonne.

I. Kapitel. Scheinbare Bewegung der Sonne.

§. 48. Einleitung. planeten. — §. 49. Die Sonne. — §. 50. Ihr jährlicher Umlauf. — §. 51. Scheinbare Bewegung der Sonne. — §. 52. Der poetische Auf- und Untergang der Sterne. —

§. 53. Die scheinbare Sonnen-Bahn — §. 54. ist ein gröster Kreis. — §. 55. Ekliptik. Aeqvinoktialpunkte. — §. 56. Breite und Länge. Positions-Winkel. — §. 57. Schiefe der Ekliptik. Kolure. Solstitial-Punkte. — §. 58. Lage der Sterne gegen den Aeqvator und die Ekliptik. — §. 59. Sonnen-Beobachtungen.

II. Kapitel. Lage der Sonnen-Bahn gegen den Aeqvator.

§. 60. Erste Methode, die Schiefe der Ekliptik zu finden. — §. 61. Zweyte Methode, die Schiefe der Ekliptik zu finden. — §. 62. Bestimmung der Aeqvinoktialpunkte. — §. 63. Beyspiel. — §. 64. Andre Methoden. — §. 65. Zurückweichen der Aeqvinoktialpunkte, Vorrücken der Nachtgleichen, — §. 66. ist eine Bewegung des Aeqvators. — §. 67. Abnahme der Schiefe der Ekliptik — §. 68. ist eine Bewegung der Ekliptik.

III. Kapitel. Lage der Sonne gegen den Aeqvator.

§. 69. Bestimmung der Abweichung der Sonne, — §. 70. und ihrer Rektaszension. — §. 71. Beyspiel. — §. 72. Zeit der Nachtgleiche.

IV. Kapitel. Von den Fixsternen.

§. 73. Einleitung. — §. 74. Die neuern Gestirne. — §. 75. Die ältern Gestirne. — §. 76. Die griechischen Sternbilder. — §. 77. Ge-

ſtirne der Ekliptik. — §. 78. Zeichen des Thierkreiſes. — §. 79. Verſchiedene Größe der Sterne. — §. 80. Sternhaufen und Nebelflecke. — §. 81. Merkwürdige Sterne. — §. 82. Anzahl der Sterne.

V. Kapitel. Die Jahreszeiten.

§. 83. Die Wärme und Kälte auf der Erde — §. 84. hängt von der Höhe der Sonne ab. — §. 85. Eintheilung der Erdfläche in Zonen. — §. 86. Heiße, kalte, und gemäßigte Zonen. — §. 87. Die Jahrszeiten in den gemäßigten und kalten Zonen, — §. 88. und in der heißen Zone. — §. 89. Eintheilung des Tages. — §. 90. Länge der Tage und Nächte. — §. 91. Die parallele, gerade, und ſchiefe Sphäre. — §. 92. Verſchiedene Lagen des Schattens. Antipoden. — §. 93. Dämmerung. — §. 94. Verlängerung des Tages.

Dritter Abſchnitt.

Vom Zeit-Maaße.

I. Kapitel. Länge des Jahres.

§. 95. Verſchiedene Jahre. — §. 96. Das Stern-Jahr. — §. 97. Das tropiſche Jahr. — §. 98. Genauere Beſtimmung des

Stern = Jahres. — §. 99. Mittlerer Werth einer Größe. — §. 100. Anwendung auf die Sonnen = Bahn. — §. 101. Mittlere Bewegung der Sonne. — §. 102. Wahre und mittlere Länge der Sonne. — §. 103. Epoche. Sonnen = Tafeln.

II. Kapitel. Mittlere Zeit.

§. 104. Allgemeines Zeitmaaß. — §. 105. Stern = Zeit. — §. 106. Mittlere Sonnen = Zeit. — §. 107. Vergleichung der Stern= Zeit mit mittlerer Sonnen = Zeit.

III. Kapitel. Wahre Zeit.

§. 108. Vergleichung aller drey Zeiten. — §. 109. Zeitgleichung. — §. 110. Ihre verschiedenen Werthe. — §. 111. Gleichförmiger Gang der Uhr. — §. 112. Ungleichförmiger Gang. — §. 113. Berichtigung der Uhr durch Beobachtungen.

IV. Kapitel. Geographische Länge.

§. 114. Die Länge der Oerter wird durch die Zeit gefunden. — §. 115. Bestimmung der Länge durch Chronometer, — §. 116. durch Monds=Distanzen, — §. 117. und durch Finsternisse.

V. Kapitel. Auf- und Untergang der Weltkörper.

§. 118. Halber Tagebogen der Sterne. — §. 119. Kulmination der Fixsterne, — §. 120. und der Planeten. — §. 121. Auf- und Untergang.

Ende des Ersten Theils.

Geschichte der Astronomie.

Ursprung der Astronomie.

In jenem glücklichen Zeitalter, da die unverdorbenen, kraftvollen Bewohner der fruchtbaren Ebenen Asiens, zufrieden mit der Nahrung und Kleidung, die ihnen ihre Heerden gaben, unbekannt mit den Bedürfnissen, Bequemlichkeiten, und Lastern der Städte, unter einem stets milden und heitern Himmel, im Genusse der schönen Natur ihr sorgenfreyes Leben zubrachten — da noch keine Gegenstände ihre Neugierde reizten, als die großen Naturbegebenheiten, keine Revolutionen sie beunruhigten, als die der Jahrszeiten und der Bewegung der Weltkörper — da weder Palläste und Mauern den Anblick des gestirnten Himmels ihnen raubten, noch die unzähligen Zerstreuungen des Städters sie gegen dieses schöne Schauspiel gleichgültig machten — in diesem jugendlichen Alter der Welt, wo die ungeschwächten Kräfte des Geistes und Körpers, verbunden mit der seligen Muße des nomadischen Lebens und dem wohlthätigen Einflusse eines sanften Klimas, die Seele zum Nachdenken erweckten — da entwickelte sich aus dem Chaos sinnlicher Begriffe die erste der Wissenschaften, die Sternkunde. Leichter verbreiteten sich ihre Wurzeln in dem vom Unkraut der Vorurtheile noch freyen Boden, und früher reiften ihre Früchte unter der Hand des von andern Sorgen und Arbeiten noch nicht niedergedrückten Gärtners.

So groß indes der Abstand von dem unter Zelten wohnenden Hirten zum Bewohner de Dörfer, und von diesem zum Städter ist, so bringt doch eine entgegengesetzte Ursache in beyden Extremen fast dieselbe Wirkung hervor. Frey von Sorgen, nimt der Nomade als eine angenehme Unterhaltung das Schauspiel an, welches ihm ein assyrischer Himmel in seiner grösten Schönheit darbietet; indes der Landmann, beschäftigt, die ersten Bedürfnisse des Lebens der Erde abzugewinnen,

womit sie seinen Fleiß oft nicht sehr freygebig belohnt, wenig Zeit übrig hat, seine Aufmerksamkeit auf den Himmel zu wenden. Aber niedergedrückt von Sorgen, verkannt und verfolgt von seinen Mitbürgern, überdrüssig der Thorheiten und Laster der Städte, sucht der Weise Ruhe und Genus in den edleren Beschäftigungen des Geistes, und findet beydes, selbst unter dem ungünstigsten Klima, in dem stillen Nachdenken und den mühsamsten Anstrengungen der Seele, wodurch er auf die unter einem günstigeren Himmel gemachten Beobachtungen die erhabenste aller Wissenschaften gründet. Nie würde vielleicht die Sternkunde entstanden seyn, wären die Bewohner der Erde von jeher in Städten zusammen gedrängt gewesen; aber auch nie würde die Wissenschaft eine solche Vollkommenheit erreicht haben, wenn die Menschen immer fort in Zelten gewohnt hätten. Muße und heitrer Himmel gaben der Sternkunde das Daseyn; allein nur die höchste Bildung des Geistes, unterstützt durch die geübte Hand des in der Werkstatt des Luxus gebildeten Künstlers, konnte sie zu einer Wissenschaft erheben. Zweymal entstand die Sternkunde von neuem in den Ebenen Mesopotamiens, unter Chaldäern und Arabern; doch nie erreichte sie dort die Höhe, zu der sie in weit kürzerer Zeit unter dem rauheren Europäischen Himmel gelangte. Die nomadischen Völker Asiens konnten nur den Stoff liefern, aus dem einst die feinere Bildung des Griechen, und das tiefere Nachdenken des westlichen Europäers das höchste Werk des menschlichen Geistes bearbeiten solte.

Ohne so weit zu gehen wie der Dichter, der in der aufrechten Stellung des menschlichen Auges einen göttlichen Befehl die Sterne zu beobachten findet *, kann man doch das wahre

---

* *Ovid. Metamorph. Lib. I. v.* 83.

Pronaque cum fpectent animalia caetera terram,
Os homini fublime dedit, coelumque tueri
Juſſit, et erectos ad ſidera tollere vultus.

nicht verkennen, das in dieser Bemerkung liegt. Wäre das menschliche Auge gleich dem thierischen zur Erde gesenkt, so würden besondere Anlässe nöthig gewesen seyn, um einzelne Menschen zur Betrachtung des Himmels zu führen; und der Eifer manches philosophischen Schwärmers hätte sich des Prophetен-Mantels bedienen müssen, um die Menge von der Pflicht oder dem Nützen zu überzeugen, die Gesetze der himmlischen Bewegungen zu erlernen. Die Natur, wenn sie anders diese Absicht hatte, erreichte sie leichter und sicherer, indem sie unserm Auge eine Lage gab, wodurch wir gezwungen werden, das schönste aller Schauspiele zu genießen: ein Schauspiel, das mehr als irgend eines geschickt ist, die Neugierde zu erregen, und Gefühle in der Seele zu erwecken, welche einen desto unwiderstehlicheren Reiz zurück lassen, je reiner ihr Genus ist, und die das unbeneidete Eigenthum derjenigen sind, welche Bildung des Verstandes mit Reinheit des Herzens vereinigen.

Man darf sich daher nicht wundern, wenn man die Menschen eben so früh, und sogar noch früher mit der Betrachtung des Himmels beschäftigt findet, als mit der Untersuchung des Erdbodens; wenn die Sternkunde vor der Naturgeschichte entstand. Die Geschichte der Astronomie hat gleich der Völkergeschichte ihr fabelhaftes Zeitalter; aber sie unterscheidet sich dadurch sehr von jeder andern Geschichte, daß sich aus ihren Fabeln mit der grösten Gewisheit Schlüsse über den vorhergehenden Zustand der Sternkunde, und über die Begebenheiten aus dem fabelhaften Zeitalter ziehen lassen, von denen wir keine historische Nachrichten haben: denn selbst die Erdichtungen in der Astronomie setzen oft Kenntnisse vo aus, die sich nicht ohne eine durch Jahrhunderte fortgesetzte Beobachtung des Himmels erwerben ließen. Allein die Geschichte der Astronomie hat noch einen andern wesentlichen Vorzug vor der politischen. In beyden bestimmt den Anfang des historischen Zeitalters eine umständliche und chronologische Erzählung von Thatsachen, hier von Schlachten oder Staats-Revolutionen, dort von Himmels-

begebenheiten. Wenn aber selbst die schärfste Kritik des Historikers nicht immer im Stande ist, die Wahrheit von der Erdichtung, die Fabel von der Geschichte zu unterscheiden, so darf der Astronom nur nachrechnen, um mit Gewisheit zu entscheiden, ob eine Beobachtung wirklich gemacht oder erdichtet sey. Selbst der unvollkommene Zustand der ältern Astronomie macht diese Prüfung um so zuverlässiger, da Beobachtungen, nach den mangelhaften astronomischen Kenntnissen der damaligen Zeit vom Laufe der Gestirne erdichtet, unmöglich mit dem Himmel und unsern genauern Rechnungen übereinstimmen können. Eine Erzählung der Griechen von einer mehrere Jahrhunderte vorher gemachten Beobachtung hat, wenn sie mit unsern Rechnungen übereinkömmt, eben darum historische Wahrheit, weil wir wissen, daß es den Griechen hier an den gehörigen Kenntnissen mangelte, um wahrscheinlich zu dichten. Wenn die Launen und Widersprüche des menschlichen Herzens der Phantasie des Dichters ein unbegränztes Feld geben, so schreiben die ewigen Gesetze der Bewegung dem Astronomen eine scharfe Gränzlinie vor, wodurch sich Wahrheit von Erdichtung unterscheidet.

Der Ursprung der historischen Fabel liegt tief im menschlichen Herzen, und hat mit unsern wichtigsten Entdeckungen und Kenntnissen eine gemeinschaftliche Quelle, den Trieb, von allem den Grund zu erforschen. Kein Volk fing damit an, seine Geschichte zu schreiben: bey jedem Volke ging also ein dunkles Zeitalter vor dem historischen voraus; und die ersten Geschichtschreiber, um das Bedürfnis ihrer Leser, das sie selbst so lebhaft fühlten, zu befriedigen, füllten jene Lücke mit den Traditionen aus, die sich noch unter dem Volke selbst erhalten hatten: und so ward aus dem dunkeln Zeitalter ein fabelhaftes, in dem unter unzähligen Fabeln manche Wahrheit versteckt liegt. Jedes Volk, ehr es zu einem gebildeten Staate, und dadurch ein Gegenstand für die Geschichte ward, irrte zerstreut in Wäldern umher, verwickelt in einen immerwährenden Krieg mit

den reißenden Thieren, deren Zustand dem seinigen noch sehr nahe kam. Der Uebergang aus diesem rohen in einen gebildeteren Stand, erfoderte die Ausrottung der wilden Thiere, die Versammlung der Menschen auf einen kleineren Raum, ihre Vereinigung in Dörfern und Städten, und ihre Erhebung zu den sanfteren Tugenden des geselligen Lebens; die Erfindung des Feuers, des Ackerbaues, der nöthigsten Gewerbe, der Buchstabenschrift, und selbst der schöneren Künste. Alles dieses muste nothwendig im fabelhaften Zeitalter geschehen seyn, d. h. ehr man daran denken konnte, die Geschichte zu schreiben: es muste Menschen gegeben haben, entweder fremde Ankömmlinge von einem bereits gebildeteren Volke, oder höhere Wesen, belebt vom himmlischen Feuer des Genies, Göttersöhne, Heroen, die jenen Wilden diese Wohlthaten erzeigten, und sich dadurch ein Recht auf ihre Dankbarkeit und Anbetung erwarben. So entstand bey den Griechen, ihr Prometheus, Kadmus, Herkules, Orpheus; so entstand Nimrod, Osiris, Thaaut, Hermes, ꝛc.

Dieses ist zugleich der Gang der astronomischen Mythologie. Ehr die Menschen von einer gänzlichen Unwissenheit sich bis zu dem Grade astronomischer Kenntnisse erhoben, der dazu gehört, eigentliche Beobachtungen zu machen, mit welchen das historische Zeitalter anfängt, musten verschiedene Entdeckungen gemacht seyn, die, weil die Geschichte die Erfinder nicht kennt, in das fabelhafte Zeitalter gehören. Bevor man daran denken konnte, die Nachtgleichen, Finsternisse, ꝛc. astronomisch zu beobachten, muste man sich eine deutliche, wenn gleich nicht genaue, Idee von der Umwälzung des ganzen Himmels, von dem Laufe der Sonne und des Mondes, erworben haben: man muste die glückliche Bemerkung gemacht haben, daß alle die verwickelten Bewegungen der Weltkörper sich wie Kreise auf einer Kugel darstellen, ehr man drauf fallen konnte, Winkel am Himmel zu messen; und der unruhige, kühne Geist der Men-

schen ließ erwarten, daß sehr frühe diese ersten Kenntnisse von der Lage der Himmelskugel zu Wegweisern auf Seereisen dienen musten. Die Entdeckung der täglichen, jährlichen und monatlichen Perioden, die Erfindung der Sphäre, und das Wagestück der ersten Seefahrer, die sich von der Küste entfernten, und sich der Leitung der Gestirne überließen, waren die wichtigsten Fakta, die vor dem historischen Zeitalter der Astronomie vorher gingen. Die wohlthätigen Erfinder konnten keine gewöhnlichen Menschen gewesen seyn, und in der That muste ihnen ihr größerer Muth und Verstand eine große Macht über ihre Mitbürger geben; man fand Gefallen daran, ihre Geschichte auszumalen: und so entstand der Zug der Argonauten, so entstand Uranus und Atlas, der Theseus und Herkules des fabelhaften Zeitalters der Sternkunde.

Antediluvianische Astronomie.

Ein durch seine Werke nicht weniger als durch seine Schicksale berühmter Schriftsteller * hat viel Gelehrsamkeit, Scharfsinn und Beredsamkeit angewandt, um den Atlas und Uranus aus der Fabel in die Geschichte herüber zu bringen, und seine Lieblings-Idee, die Präexistenz eines gemeinschaftlichen Stammvolkes aller aus dem Alterthume bekannten Völker, zu beweisen, dessen Namen, Geschichte, und großen astronomischen Kenntnisse, die Sündflut verschlungen habe. In der That läst sich gegen die Sache selbst wenig einwenden, wenn uns gleich die Vorstellung, die sich Bailly von den Kenntnissen und Erfindungen dieses Urvolkes macht, übertrieben scheinen sollte. Die großen Völker des Alterthums von Egypten bis China, entstanden nach jener fürchterlichen Revolution, welche die Erde verwüstete, um sie schöner hervortreten zu lassen, und das Menschengeschlecht vertilgte, damit es gereinigt, in der Kraft und

* *Bailly, Hist. de l'Astr. ancienne.*

Unschuld der ersten Jugend wider auflebte: einer Revolution, die durch die Urkunden und Traditionen aller Völker außer Zweifel gesetzt ist. Unstreitig waren die Menschen vor der Sündflut, wie sie heute sind; ohne Zweifel hatten sich schon damals Staaten gebildet; und in 2000 Jahren hatten sie Zeit genug, ihre erste Wildheit abzulegen, nützliche Erfindungen zu machen, und den Lauf der Gestirne zu beobachten, um ihre Zeitrechnung und ökonomischen Arbeiten danach einzurichten. Wie weit aber die Menschen vor der Sündflut es in der Sternkunde gebracht hatten, läst sich, bey dem gänzlichen Mangel historischer Nachrichten aus jener Zeit, nur aus den Spuren älterer Kenntnisse schließen, die man gleich nach der Sündflut über dem Erdboden zerstreut findet. Es wird hier hinlänglich seyn, nur die stärksten Züge aus dem Gemälde auszuheben, das Bailly's warme Phantasie aus diesen Bruchstücken zusammengesetzt hat.

Die astronomische Geschichte der berühmtesten Völker des Alterthums läst sich mit ziemlicher Gewisheit fast bis zur Sündflut hinauf nachspüren. Einige Jahrhunderte nach dieser Katastrophe findet man Babylonier, Indier, und die andern großen Völker Asiens, nicht etwa mit den ersten Anfangsgründen der Sternkunde beschäftigt, sondern bereits im Besitz der wichtigsten Kenntnisse vom Sonnenjahr, und von andern Perioden, welche zusammenhängende Beobachtungen vieler Jahrhunderte voraussetzen. Eine der ältesten Urkunden des Menschengeschlechts giebt hievon ein Beyspiel, das selbst Bailly nicht bemerkt hat. Nach der Mosaischen Erzählung von der Sündflut, begab sich Noah am 17ten Tage des zweyten Monats in die Arche, und verließ sie nicht ehr als am 27sten Tage desselben Monats *. Er war also eingeschlossen ein Jahr und 11 Tage, oder, weil man damals nach Mondenjahren von 354 Tagen rechnete, gerade 365 Tage. Dies ist desto auffallender, da nach eben dieser Erzählung, am ersten Tage des ersten Mo-

* 1 B. Mos. 7, 11. 13. und 8, 14—18.

nats, also zwey Monate vorher, die Erde schon trocken war *. Man begreift nicht, warum Noah sich noch zwey Monate in dieser nicht sehr beqvemen Wohnung aufhielt; und man kann sich des Gedankens nicht erwehren, daß der Erzähler die Zeit zu 365 Tagen auszuspinnen suchte, um die wichtige Kenntnis von der Länge des Sonnenjahrs der Nachwelt zu überliefern. Dieser Gedanke ist wenigstens wahrscheinlicher, als daß die Vorsehung den Aufenthalt Noahs in der Arche zu 365 Tagen ausgedehnt habe, um ihm einen Wink von der Länge des Sonnenjahrs zu geben: einen Wink, der wenig gefruchtet haben müste, da noch lange nachher, selbst bey dem Volke, für welches Moses zunächst schrieb, das Mondenjahr im Gebrauche war. Vielmehr hat die ganze Erzählung das Ansehn, daß sie von einem alten Volke herrühre, welches das Sonnen- und Monden-Jahr bereits kannte, und beyde Perioden, wovon diese zum politischen, jene zum astronomischen Gebrauche diente, in dieser Erzählung als in einer Hieroglyphe einschlos. Diejenigen, die diese Geschichte nach allen ihren Umständen für wahr halten, werden darin noch einen stärkeren Beweis von den astronomischen Kenntnissen vor der Sündflut finden. Noah, der einzige übergebliebene, der diese Kenntnis nach der Sündflut fortpflanzen sollte, blieb vorsätzlich, nachdem die Erde schon ausgetrocknet war, bis 365 Tage verflossen waren, in der Arche, um die Länge des Sonnenjahrs, dieses wichtige Element der Sternkunde, seinen Nachkommen auf eine feyerliche Art zu überliefern.

Ueberhaupt ist die Kenntnis vom Sonnenjahre der richtigste Maasstab, um den Zustand der Sternkunde bey einem Volke zu beurtheilen. Die Kürze des Monats, und die so sehr in die Augen fallende Bezeichnung desselben durch die verschiednen Erscheinungen und Gestalten des Mondes vom Neumonde bis zum Vollmonde, so wie seine sichtbare Wandrung

* 1. B. Mos. 8, 13.

am Himmel von einem Sterne zum andern, erleichtern die Bestimmung des Monats sehr; indes das Sonnenjahr, bey einer dreyzehnmal längeren Dauer, durch die weit feineren und weniger bestimmten Nüancen der Wärme und Kälte, auf den Sinn des Gefühls wirkt. Der Umlauf des Mondes ist ein unmittelbarer Gegenstand für das Auge des Astronomen, indes der Sonnenlauf, durch die langsamere Wirkung auf die ökonomischen Geschäfte des bürgerlichen Lebens, nur dann erst ein Gegenstand der Sternkunde wird, wenn er den Menschen die Künste des Ackerbaus gelehrt hat. Daher findet man schon im höchsten Alterthume die Länge des Monats genauer bestimmt, als noch vor einigen Jahrhunderten das Sonnenjahr. Allein selbst eine Kenntnis desselben, die nur in ganzen Tagen richtig ist, sezt entweder sehr lange fortgesezte, oder sehr feine astronomische Beobachtungen voraus: und die letztern sind nur die späteren Früchte einer durch lange und muhsame Pflege zur Reife gelangten Wissenschaft.

Das erste Zeitmaas war unstreitig die Abwechselung von Tag und Nacht, oder die Umwälzung des ganzen Himmels in 24 Stunden, die noch jezt der Grund aller astronomischen und politischen Eintheilungen der Zeit von einer Sekunde bis zu Jahrtausenden ist. Bald aber fühlte man das Bedürfnis eines längeren Zeitmaaßes, und fand es in den vier Phasen des Mondes, oder in der Zeit von einem Erscheinen dieses Weltkörpers nach dem unsichtbaren Neumonde bis zum andern, die man in der Astronomie den synodischen Monat nennt. Ein Jahr war hinlänglich, um zu bemerken, daß in 354 Tagen der Mond zwölfmal verschwunden und wieder erschienen, auch beynahe dieselbe Jahrszeit zurückgekehrt war. Hieraus folgte die Länge des synodischen Monats von $29\frac{1}{2}$ Tagen, und das so genannte Mondenjahr von 354 Tagen, das lange bey allen Völkern des Alterthums selbst dann noch zum politischen Gebrauche diente, als das Sonnenjahr von 365 Tagen schon längst bekannt war, und zu astronomischen Rechnungen gebraucht

ward. So bald man sich nicht begnügte, die Gestalt des Mondes zu beobachten, sondern anfing, ihn mit den Sternen zu vergleichen, bey denen er vorbeygeht, so muste man bemerken, daß er schon nach 27 Tagen und einigen Stunden wider denselben Stern erreichte: und so entstand der Umlauf des Mondes am Himmel oder unter den Sternen, den man den periodischen Monat nennt, von $27\frac{1}{3}$ Tagen. Die Beobachtungen des Mondes, eine Frucht der Neugierde oder Wisbegierde, waren hinlänglich, den Hirtenvölkern eine angenehme Unterhaltung und einen Leitfaden in ihrer Zeitrechnung zu geben; allein die Noth führte den auf einer höheren Stufe der Kultur stehenden Landmann zur Beobachtung der Sonne. Die Zeit des Ackerbaus, der Saat, und aller Feldarbeiten, hängt von der Witterung, von der Wärme oder Kälte, von der Zeit der Dürre oder des Regens, kurz von den Jahrszeiten ab; und der Landmann muste früh durch Schaden lernen, daß nicht der Neu- oder Voll-Mond, nicht die helleren oder dunkleren Nächte, sondern die Stralen der Solstitial- oder Aequinoktial-Sonne, die längeren oder kürzeren Tage, nicht der Monat sondern das Sonnenjahr, sein Führer seyn müste. Das erste Mittel, die Sonnenbahn zu bestimmen, worauf man natürlich verfiel, war dasselbe, dessen man sich bey dem Monde mit so gutem Erfolge bedient hatte, die Vergleichung mit den Fixsternen. Zwar erlauben die Sonnenstralen nicht, den Weg zu bemerken, den dieser Lichtkörper unter den Sternen nimt; allein eben der Umstand, daß die Sterne in der Nähe der Sonne verschwinden, zeichnet diejenigen aus, die ihr nahe liegen. Die Zeit also, da ein und derselbe Stern aufhört oder wider anfängt sichtbar zu werden, zeigt an, daß die Sonne wider dieselbe Entfernung von diesem Stern erreicht, folglich einen Umlauf am Himmel gemacht habe. Das Erscheinen und Verschwinden der grösten Sterne war daher das erste Mittel im Alterthum, die Länge des Sonnenjahrs zu bestimmen. Es muste aber, wie man leicht sieht, eine geraume Zeit vergehn, ehr

man dieses Mittel ausfindig machte, und dadurch zu einer genauen Bestimmung des Jahrs gelangte; um so mehr, da die Perioden von einem Verschwinden eines Sterns bis zum nächsten um einen ganzen Tag verschieden seyn konnten. Nur langsam und stufenweise gelangte man zu der Kenntnis, daß das Jahr nicht mehr und weniger ganze Tage als 365 enthielt: und dieses unter dem Namen des Egyptischen bekannte Jahr von 365 Tagen blieb lange im Gebrauch, obgleich selbst die Egyptier sehr wohl wusten, daß die Sonne sechs Stunden mehr gebraucht, um einen Umlauf am Himmel zu vollenden. Wenn man weis, daß wir nur in den letzten Jahren, durch die Vergleichung zweytausendjähriger Beobachtungen, zu einer vollkommenen Kenntnis des Sonnenjahrs gelangt sind, so mus man die Genauigkeit bewundern, womit die Alten dieses wichtige Element der Sternkunde bis auf wenige Minuten bestimmt hatten, und man wird sich nicht einfallen lassen zu glauben, daß es ihnen, bey weit unvollkommeneren Werkzeugen, in kürzerer Zeit als uns gelungen sey, dieses Resultat aus ihren Beobachtungen zu ziehen. Die Kenntnis vom Monat und Jahre gab Gelegenheit, beyde mit einander zu vergleichen: und diese Vergleichung war der Ursprung größerer Perioden, die jene beyden einschlossen, und in welchen man die eigentliche Kenntnis der Alten vom Laufe des Mondes und der Sonne suchen mus. Der Mond zeigte außer seinen Phasen, noch andre Erscheinungen, welche die Neugierde nicht minder reizten. Die Finsternisse, die der Mond verursacht oder leidet, waren vom ersten Ursprunge der Sternkunde an die wichtigsten Begebenheiten am Himmel; und der Wunsch, sie nie unbemerkt zu lassen, und sich zu überzeugen, ob sie dem Zufalle, oder einem Gesetze, einer Ordnung unterworfen wären, richtete die Aufmerksamkeit auf die Entdeckung der Perioden, denen diese merkwürdigen Phänomene folgten. Es zeigte sich bald, daß der Mond nur, wenn er voll war, verfinstert ward; daß aber nicht jeder Vollmond mit einer Finsternis verbunden war; und noch

weniger, daß alle Mondfinsternisse von gleicher Art und Größe waren; sondern daß der volle Mond bald ganz, bald zum Theil, bald gar nicht sein Licht verlor; daß die Finsternisse bald mehrere Stunden, bald wenige Minuten dauerten; daß endlich bald der obere, bald der untere Theil des Mondes verfinstert ward. Man beobachtete nun mit der größten Sorgfalt alle Vollmonde, man bemerkte umständlich die Finsternisse, mit denen sie verbunden waren, und fand endlich, daß nach 223 Vollmonden oder synodischen Monaten, d. i. nach 6585 Tagen, die Finsternisse auf dieselbe Art und in derselben Ordnung widerkehrten. Diese chaldäische Periode diente im Alterthum, die Finsternisse auf eine leichte Art vorher zu berechnen. Als man sie aber in der Folge mit dem Sonnenjahr von 365 oder $365\frac{1}{4}$ Tagen verglich, so fand sich, daß jene 6585 Tage 18 Jahre und 11 Tage ausmachten, daß also der 224ste Vollmond oder Neumond auf den zwölften Tag des neunzehnten Jahres fiel. Es war leicht, die Bemerkung zu machen, daß wenn man noch zwölf synodische Monate von $29\frac{1}{2}$ Tagen oder 354 Tage hinzusetzte, das neunzehnte Jahr sich mit dem 235sten Monate zugleich endete, daß also das erste Erscheinen des Neumonds, welches von allen Völkern des Alterthums mit Opfern und Freudensbezeugungen gefeyert ward, nur erst nach einer Periode von 235 Neumonden, d. i. von 6939 Tagen oder 19 vollen Jahren von $365\frac{1}{4}$ Tagen wider auf denselben Tag des Jahres fiel. So entstand also die Periode von 223 synodischen Monaten oder von 18 Jahren und 11 Tagen für den astronomischen Kalender oder die Berechnung der Finsternisse, und die Periode von 235 Monaten oder 19 Jahren für den Fest-Kalender oder die Berechnung der Neumonde. Beyde setzen eine genaue Kenntnis des Monats und des Jahrs voraus, und von beyden verliert sich der Ursprung im grauen Alterthum. Mehr als das hohe Alter beweist die allgemeine Verbreitung dieser Perioden unter allen Völkern des Alterthums. Eine Wahrheit, ein Gebrauch, selbst ein Aberglaube, der sich

unter vielen Nationen zugleich findet, ohne daß man sagen kann, es sey eine von jenen einfachen, natürlichen Ideen, auf welche die Menschen unter jedem Himmelsstrich so leicht verfallen, scheint allerdings einen gemeinschaftlichen Ursprung dieser Nationen von einem ältern Stammvolke anzudeuten; um so mehr, wenn diese Nationen, wie es mit den Chinesen, Indiern, Chaldäern, in der That der Fall ist, sich nie durch einen Geist der Erfindung ausgezeichnet haben, sondern, so weit die Geschichte reicht, immer auf derselben Stufe in den Wissenschaften stehen geblieben sind, in denen sie gleich anfänglich so wichtige Entdeckungen gemacht oder vielmehr geerbt hatten.

Zu solchen allgemeinen Gebräuchen, die auf einen gemeinschaftlichen Ursprung von einem sehr gebildeten Volke hinzudeuten scheinen, gehört auch die Art, die sieben Wochentage nach den Planeten, und zwar immer in derselben sonderbaren Ordnung * zu benennen: ein Gebrauch, der sich von den Egyptiern, Indiern, Chinesen, bis auf alle Völker des neuern Europa erhalten hat. Ein ähnlicher Gebrauch ist die so allgemein im Alterthume verbreitete Sexagesimal-Rechnung. Man theilte den Kreis in 60 oder 360 Grade, den Tag in 60 Stunden, die Stunde in 60 Minuten, ꝛc. Bey den Tataren und Chinesen findet man Perioden von 60 Tagen; die Babylonier, Indier und Chinesen hatten Perioden von 60 und 60 mal 60 Jahren; und die Periode von 600 Jahren wird von einem freylich nicht sehr glaubwürdigen Jüdischen Geschichtschreiber, der sich aber auf die seitdem verlorenen ältesten Annalen des Manethon, Berosus, ꝛc. beruft, sogar den Patriarchen vor der Sündflut zugeschrieben. Das Lustrum der Römer enthielt gleichfalls fünf Mondenjahre oder 60 Monate. Die bey allen Völkern gebräuchlichen Saturnalien, die Feste der Neumonde, die Opfer auf den Bergen, die Furcht vor den großen Konjunktionen der Planeten, die Riesen, die mit den Göt-

* Sonne, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Venus, Saturn.

tern kämpften, und andre gemeinschaftliche Gebräuche, die man selbst bey den entferntesten Völkern, als Egyptiern und Chinesen antrift, scheinen gemeinschaftliche Traditionen voraus zu setzen. Aus eben dieser Urqvelle lassen sich vielleicht die meisten besondern astronomischen Kenntnisse des Alterthums herleiten, von denen sich sonst kein Grund angeben läst. Die Berge im Monde, die Erklärung der Milchstraße durch den Schimmer unzähliger kleiner Sterne, die Rückkehr der Kometen zur Sonne, selbst das wahre Weltsystem, sind Meinungen, die man bey den ältesten Völkern antrift, ohne daß sie die Vorkenntnisse hatten, oder im Stande waren, die Beobachtungen zu machen, die allein darauf führen konnten. Dieses letztre lernte Pythagoras, dem es gewöhnlich zugeschrieben wird, von den Indiern, bey denen man es in neuern Zeiten wider gefunden hat. Die größten Astronomen des Alterthums, ein Hipparch, ein Ptolemäus, verwarfen dieses so unnatürlich scheinende System, weil ihnen die in neuern Zeiten entdeckten Beweise desselben noch unbekannt waren; und diejenigen, die es blindlings annahmen, ohne zu ahnen, worauf es sich gründet, waren gewis nicht die Erfinder, sondern sammelten die zerstreuten Ruinen eines einst großen und soliden Gebäudes, ohne sie zusammen setzen zu können. In der That ist es auffallend, wie die Völker des Alterthums Jahrtausende nicht ermüdeten, immer dieselben einfachen Beobachtungen zu widerholen, ohne je Resultate für die Theorie daraus zu ziehen. Die Jahrbücher der Sternkunde werden von den Europäischen Astronomen des 17ten und 18ten Jahrhunderts noch etwas anders zu erzählen haben, als Beobachtungen von Finsternissen; indes von den ältesten Zeiten bis Hipparch, und von Ptolemäus bis zum 16ten Jahrhundert, kaum eine einzige wichtige Entdeckung in der Sternkunde gemacht ist. Ein flüchtiger Blick über den Zustand der Astronomie von den ältesten bis auf unsre Zeiten, wird hinlänglich seyn, sich hievon zu überzeugen.

Fabelhafte Astronomie.

Physisches Bedürfnis war die Quelle der meisten Wissenschaften. Von Krankheiten und Schmerzen gefoltert, durchwühlte der Mensch alle Reiche der Natur, um Lindrung seiner Qual zu finden, und öffnete den thierischen Körper, um den Sitz des Uebels zu entdecken: so entstand Naturgeschichte, Anatomie und Medizin. Sobald der Mensch nicht mehr bloß als Jäger in den Wäldern umher irrte, oder als Hirte von der Milch seiner Heerden lebte, sondern als Ackersmann dem Schooße der mütterlichen Erde die Saat anvertraute, um ihr dereinst eine wiewol mühsamere, aber sichrere und reichlichere Nahrung abzugewinnen, fühlte er das Bedürfnis eines bestimmten Eigenthums, um die Früchte seines Schweißes zu genießen: eine genaue und richtige Eintheilung der Felder ward nothwendig, und mit ihr die Geometrie. Der nährende Ackerbau und der zerstörende Krieg machten die Bearbeitung des nützlichsten und verderblichsten aller Metalle, so wie Luxus und Handel die Aufsuchung der edleren Metalle nothwendig: und der Mineraloge vermiste bald die Hülfe einer neuen Wissenschaft, der Chemie. Es würde nicht schwer seyn, dem Ursprunge aller übrigen Wissenschaften auf demselben Wege nachzuspüren, und es ist nicht zu leugnen, daß auch die Astronomie manchen ihrer Fortschritte ähnlichen eigennützigen Triebfedern verdankt; allein selbst der für alle Geschäfte des bürgerlichen Lebens so nothwendige Kalender war mehr Folge als Ursache dieser Wissenschaft. Der erste Ursprung der Sternkunde hatte gewis eine reinere Quelle, das Gefühl für das Schöne, für welches selbst der roheste Wilde nicht unempfänglich ist. Es ist wahr, man darf die Schönheiten der Natur nicht am Himmel suchen: wohin wir unser Auge wenden, zeigt uns die Erde unzählige Gegenstände der Bewundrung und des reinsten Genusses. Allein die zu große Mannigfaltigkeit dieser Gegenstände, ihre Wirkung auf mehr als einen Sinn zugleich, und die daraus entstehende Zerstreuung, wird den Menschen lange hin-

dern, ernsthaftere Betrachtungen über das vor ihm liegende Gemälde anzustellen, und sich vom Genus zum Nachdenken zu erheben. Der Anblick des gestirnten Himmels gewährt nicht allein das prächtigste Schauspiel; sondern die damit verbundene Stille der Nacht, die Ruhe aller zum Nachdenken unfähigen Geschöpfe, die Beschäftigung eines einzigen Sinnes, Ueberdrus von so vielen sinnlichen Genüssen des Tages, der das Bedürfnis einer edleren Beschäftigung fühlen läst: kurz, alle dieses Schauspiel begleitende Umstände wirken gemeinschaftlich, den Zuschauer zur ernsteren Betrachtung desselben aufzufodern; mehr als alles aber die schnelle Aenderung der Szene. Wenn Jahrszeiten erfodert werden, um die Verwandlungen auf der Erde wahrzunehmen, so reichen wenige Stunden hin, um das majestätische Umwälzen des mit Sternen besäeten Gewölbes zu bemerken, das blendende Schauspiel der aufgehenden Sonne und den rührenden Anblick der untergehenden zu genießen, und die schwärzeste Nacht in hellen Mittag verwandelt zu sehen; und im Laufe weniger Tage sieht man einen neuen Weltkörper, der Sonne an Größe gleich, am Himmel erscheinen, unter den Sternen fortwandeln, eine Menge verschiedener Gestalten annehmen, und wider verschwinden. Um bey einem solchen Anblick fühllos zu bleiben; um nicht zu wünschen, den regelmäßigen Mechanismus kennen zu lernen, der bey allen diesen mannigfaltigen Bewegungen offenbar statt findet; um nicht Neugierde zu fühlen, keine künftige Veränderung unbemerkt zu lassen, eine Neugierde, die durch jede neue unerwartete Begebenheit, als Finsternisse, Erscheinungen von Kometen, ꝛc. stärkeren Reitz erhält: mit einem Wort, um hiedurch nicht zur aufmerksamen Beobachtung des Himmels hingezogen zu werden, mus der Mensch entweder von Noth und Elend zum Thiere niedergedrückt seyn, oder im Strudel rauschender Vergnügungen den Sinn für edlere Freuden verloren haben.

So bald also der Mensch, durch die Befriedigung des ersten Bedürfnisses für die Erhaltung seines Lebens zu sorgen,

den Stand der Wildheit verlassen hatte, war ohne Zweifel eine seiner frühesten Unterhaltungen und Beschäftigungen die Astronomie. Auch ist es nicht allein historisch gewis, daß fast alle bekannten Völker des Alterthums sich in den frühesten Zeiten, zu denen ihre Geschichte hinauf reicht, mit der Sternkunde beschäftigt haben, sondern die Geschichte ihrer Astronomie ist sogar älter als ihre politische Geschichte. Babylonier, Perser, Egyptier, Indier, und Chinesen, beobachteten die Sterne, und hatten nicht geringe Kenntnisse von der Astronomie, zu einer Zeit, wo die Geschichte von ihrem politischen Zustande nichts mit Gewisheit weis.

Das älteste historische Faktum, das wir mit Gewisheit kennen, ist der Trojanische Krieg (1200 Jahr vor Chr. Geb.), oder der um ein halbes Jahrhundert ältere Zug der Argonauten, der auch für die Astronomie eine wichtige, und vielleicht die erste historische Epoke giebt. Das Zeitalter der ersten Erfindung der Sternkunde reicht, nach allen alten Schriftstellern, wenigstens tausend Jahre weiter hinauf, also bis zu einer Zeit, wo dichterische Hülle sich um jede historische Wahrheit windet. Da aber diese Traditionen durch den Mund der Griechen zu uns gelangt sind, so fehlt es ihnen wenigstens nicht an dem Reitz, durch den sich jede Dichtung dieses liebenswürdigen Volks auszeichnet: und der Leser geniest zugleich das Vergnügen, geleitet durch sein Gefühl oder durch das Urtheil der Kritik, die Wahrheiten zu enthüllen, die unter diesen Fabeln verborgen seyn können.

Ohne mit Bailly den Atlantiden ein Alter von 4000 Jahren vor der christlichen Zeitrechnung zu geben, kann man einem Volke wenigstens nicht ein sehr hohes Alter absprechen, von dem die ältesten Völker der Geschichte gelernt haben sollen, und dessen Wohnort nicht einmal mit Gewisheit bekannt ist, wiewol die wahrscheinlichste Meinung ihn in Ober-Egypten oder in Aethiopien verlegt. Dieses Volkes erster König Uranus, so sagt die fabelhafte Geschichte, sammelte die herumir-

renden Wilden seines Landes, gab ihnen Gefühl für die Freuden des geselligen Lebens, und lehrte ihnen die Künste des Ackerbaus. Durch fleißige Beobachtung der Gestirne, bestimmte er die Länge des Monats, des Jahrs, und der Jahrszeiten *, und verdiente dadurch, daß der Himmel selbst von ihm den Namen erhielt. Sein Sohn Atlas folgte seinem Beyspiel **. Unter dem Bilde eines Riesen, der die Welt auf seinen Schultern trägt, kann man schwerlich den Erfinder der Sphäre verkennen ***, der zuerst von den verschiednen Kreisen am Himmel, von der täglichen Bewegung und den Bahnen der Sonne und des Monds, nebst den daraus entstehenden Jahrszeiten und übrigen Erscheinungen eine Erklärung gab ****. Seine Kinder bevölkerten den Himmel wie die Erde. Hesperus, einer seiner Söhne, ward ein Opfer seiner Neigung zur Sternkunde; und die dankbaren Völker, oder der zärtliche Vater, gaben seinen Namen dem schönsten der Sterne. Seine sieben Töchter, nachdem sie Göttern und Heroen (unter denen Merkur, der Sohn der Maja, der berühmteste ist) das Daseyn gegeben hatten, glänzen noch jezt im schönen Gestirn der Plejaden am Himmel *****. Atlas legte die so lange getragene Last auf die Schultern des älteren oder orientalischen Herkules; oder dieser ward von ihm in der Sternkunde unterrichtet, und brachte sie zu den Griechen ******, die das auf

---

* *Diodor. Sic. Bibl. Hist. lib. 3. cap. 5.* im Anfange.

** Ebendaselbst.

*** *Plin. Nat. Hist. lib. 2. cap. 8.* und *lib. 7. cap. 56.*

**** *Virgil. Aeneid. lib. 1. vers. 745.*

— — — — docuit quae maximus Atlas.
Hic canit errantem Lunam, Solisque labores:
Unde hominum genus, et pecudes, unde imber et ignes;
Arcturum, pluviasque Hyadas, geminosque Triones.
Quid tantum Oceano properent se tingere Soles
Hiberni: vel quae tardis mora noctibus obstet.

***** *Diod. Sic. lib. 3. cap. 5.*

****** *Diod. Sic. lib. 4. cap. 2.*

ihren Boden verpflanzte ausländische Gewächs mit aller Sorgfalt pflegten, die es verdiente.

Die Fabel vom Endymion, dem begünstigten Liebhaber der keuschen Diana, verhullt vielleicht die wahre Geschichte von einem Liebhaber der Sternkunde, der besonders den Mond zum Gegenstand seiner Untersuchungen machte, und dem es zuerst gelang, den Schleyer wegzuziehen, der die geheimnisvollen Wandrungen der Göttin der Nacht umgiebt, über deren hartnäckige Sprödigkeit die Astronomen noch jezt klagen *. Weniger glücklich war Phaeton, der den Sonnenwagen zu führen wagte, und in den Eridan herab stürzte, ehr er ihn bis an das Ziel gebracht hatte: mit andern Worten, der mit Muth und Beharrlichkeit den Lauf der Sonne beobachtete, durch einen frühen Tod aber gehindert ward, seine Theorie der Sonne zu vollenden **. Der Tanz der drey Grazien, und die ernsteren Beschäftigungen der neun Musen, unter der Leitung des Strahlen schleudernden Apolls, sind das reitzendste Bild, unter dem die Dichtkunst die neun der Arbeit bestimmten Monate des Sonnenjahrs, und die drey Monate der Ruhe, der Freude, und des Genusses der schönen Jahrszeit darstellen konnte. Die 50 Töchter des Danaus, deren trauriges Geschaft es ist, Wasser in Sieben zu schöpfen, sind vielleicht die 50 Wochen des alten Jahrs, die unaufhaltsam dahin fließen, ohne je zu enden. Herkules, das Symbol der Frühlings-Sonne, vermählt sich mit Hebe, der Göttin der Jugend. Mit verjungter Kraft verrichtet er nun seine zwölf Arbeiten, indem er die zwölf Zeichen des Thierkreises durchläuft. Zu Themisfire (der Nachtgleiche), an den Ufern des Wärme bringenden Flusses Thermodon, erficht die Frühlings-Sonne (Herkules), nach dem langen Kampf der Wintermonate, endlich den Sieg über die Amazonen; und

---

* *Plin. Nat. Hist. lib. 2. cap. 9.*

** *Lucian. de Astrolog. pag. 542. ed. Lutet. Paris. 1615.*

die schwarzhaarige Königin der Nacht (Melanippe) überreicht dem Sieger den Gürtel (die Zone): der Tag gewinnt die Herrschaft über die Nacht *.

Mit dem Zuge der Argonauten bricht die Morgenröthe des historischen Zeitalters, sowol der politischen als der astronomischen Geschichte Griechenlands hervor: und man kann diese für die Geschichte und Kultur der Griechen so wichtige Begebenheit als die Epoke ansehn, wo die astronomischen Kenntnisse, die bisher nur das Eigenthum einzelner vorzüglicher Menschen gewesen waren, allgemeiner verbreitet zu werden anfingen. Chiron der Thessalier, berühmter durch seinen Zögling Achill, führte das Menschengeschlecht zur Gerechtigkeit, und erfand die Bilder des Olymps **, die Sternbilder. Orpheus der Thrazier, einer der Argonauten, sammelte die Fragmente astronomischer Kenntnisse, die vom Orient nach Griechenland gekommen waren, in seinen längst verlorenen Gedichten: ihm wird eine Astronomie und Theogonie zugeschrieben, Werke die, wenn sie je existirt haben, wahrscheinlich alles enthielten, was man damals von der Theorie des Himmels und der Erde wuste. Sein Schüler, Musäus der Athenienser, bezeichnete die Sternbilder mit den Fabeln der alten griechischen Mythologie oder Theogonie, und ward so der Herausgeber einer verbesserten Sphäre. Ihr Zeitgenosse, Linus der Thebaner, verbreitete die astronomischen Kenntnisse durch seine Bücher von dem Ursprunge der Welt, und von den Bahnen der Sonne und des Monds, die längst verloren sind ***. Es mus hiebey auffallen, daß nach den Traditionen aller Völker, die ersten Wohlthäter des Menschengeschlechts, die ersten Stifter

---

* *Diod. Sic. lib. 2. cap. 11. Justinus, Lib. II. Cap. 4.*

** σχήματα Ὀλύμπια. *Clem. Alexandr. Strom. Lov. I. pag. 132. ed. Sylburg.*

*** *Fabric. Bibl. Gr. lib. I. cap. 3, III. cap. 19, III. cap. 16, IV. cap. 14, VIII.*

und Regierer der Nationen, auch die ersten Astronomen waren; daß Erfindung des Ackerbaus und der Sternkunde, Civilisirung wilder Völker und ihr erster Unterricht in der Astronomie, gleich alt sind: daß folglich die Menschen von je her die Beobachtungen der Sterne für die ersten und nützlichsten Schritte gehalten haben, die ein Volk in seiner Aufklärung gethan hat.

Das gewisseste Faktum aus diesem frühen Zeitraum ist die Revision des Himmels, die Sammlung der Sterne in Gruppen oder Sternbilder, und die Benennung der vornehmsten Gestirne: ein Unternehmen, das aller Wahrscheinlichkeit nach, kurz vor dem Zuge der Argonauten angefangen, und in der kurzen Zeit zwischen dieser merkwürdigen Begebenheit und dem nicht weniger merkwürdigen Trojanischen Kriege vollendet ward *. Der Zug der Argonauten war das erste National-Unternehmen der Griechen, das erste, wo sie ihre Kräfte als Volk versuchten, die erste beträchtliche Seefahrt die sie wagten, die erste Anwendung ihrer astronomischen Kenntnisse auf die Nautik. Wie hätten sie es wagen dürfen, die Küsten zu verlassen, und ihre Flotte dem offenen Meere anzuvertrauen, wenn sie sich nicht auf die Leitung der Sterne verlassen hätten? Und wie konnten sie das, wenn sie nicht schon mit der Lage der Sterne und den ersten Kenntnissen von ihrer Bewegung bekannt waren? Was aber mehr als alles dies beweist, sind die Namen der Sternbilder selbst, die sich alle offenbar auf den Zug der Argonauten und die kurz vorher gehenden Zeiten beziehen, oder doch sehr natürlich daraus erklären lassen. Das Schiff Argos, das goldene Fließ, der Drache der es bewachte, die berühmtesten unter den Argonauten nebst ihren Waffen und Attributen, glänzen am Himmel, und erinnern uns mit Vergnügen an jene Zeit der Griechischen Chevalerie; aber vergebens suchen wir unter den Sternen ein einziges Bild, einen einzigen

---

* „Nondum sunt anni 1500, ex quo Graecia stellis numeros et nomina fecit;“ schrieb Seneka 65 Jahre nach Christi Geburt. (*Natur. Quaest. lib. 7. cap. 25.*)

Namen, der uns an die in den unsterblichen Versen Homers besungenen Helden und Thaten des Trojanischen Krieges erinnern könnte. Die Sternbilder wurden also sicher vor diesem merkwürdigen Kriege, und um die Zeit der Argonauten, in Ordnung gebracht und mit den noch jezt gebräuchlichen Namen belegt, folglich wenigstens im dreyzehnten Jahrhundert vor der christlichen Zeitrechnung. Man wird aber aus dem vorhergehenden leicht den Schlus ziehen, daß sich dies nur auf Griechenland bezieht, daß die Sphäre mit ihren Kreisen und Sternbildern, wiewol unter andern Benennungen, lange vorher den Völkern Asiens bekannt war, von denen die Griechen ihre Kenntnisse erhielten. Hier fängt also das historische Zeitalter der Sternkunde an, deren Ursprung und Fortgang unter den berühmtesten Völkern des Alterthums nun erzählt werden mus.

Astronomie der Babylonier.

Das wichtigste Volk des Alterthums für die Geschichte der Astronomie ist unstreitig das Babylonische. Die älteste Astronomie der Chineser, Indier, und Perser, kennen wir nur seit kurzem durch die Reisen der Europäer in jene Länder; aber dem Fleiße, womit jenes Volk, oder vielmehr die Chaldäer in Babylon, sich mit der Sternkunde beschäftigten, verdanken wir die Verbreitung dieser Wissenschaft über Europa. Wir haben die ältesten Nachrichten von der Astronomie der Babylonier oder Assyrier, und keine Gegend des Erdbodens war in allem Betracht so geschickt, der Sternkunde ihr Daseyn zu geben, als der Wohnort dieses alten Volks. Die weit ausgedehnten fruchtbaren Ebenen zwischen dem Eufrat und Tigris, die so lange der Schauplatz der blutigsten Kriege zwischen der Römischen und Persischen Monarchie waren, sind einer der schönsten Theile des Erdbodens, und der Sitz der ältesten Reiche der Erde. Hier wo kein Gegenstand den freyen Horizont begränzt, muste früh die Aufmerksamkeit auf den immer heitern

Himmel gelenkt werden, dessen Schönheit nach dem Zeugnis der Reisenden alles übertrifft, was man in Europa sehen kann *: und wirklich ist die Sternkunde in diesen glücklichen Gegenden Asiens mehr als einmal von neuem entstanden. Derjenige Strich, der sich längs den Ufern jener Ströme vom 34sten bis 30sten Grad der Breite erstreckt, war der eigentliche Sitz des Babylonischen Reichs; und der südliche Theil desselben, zwischen den Arabischen Wüsten und dem Persischen Meerbusen, ward von den Chaldäern bewohnt, die sich vorzüglich mit der Sternkunde beschäftigten **. Diese Chaldäer waren eigentlich ein Kollegium von Priestern, gleich dem in Egypten, gaben aber endlich dem ganzen Volke, das ihnen seine Aufklärung verdankte, ihren Namen. Nach Strabo und Diodor stammten sie aus dem Lande selbst von den ältesten Familien Babylons ab; nach Berosus, einem alten Geschichtschreiber aus diesem Volke, von dem nur einzelne, von späteren Schriftstellern angeführte Fragmente übergeblieben sind ***, waren sie Ausländer, die vermuthlich aus Arabien in diese Gegend gekommen waren. Der böse Ruf, in dem sie wegen ihrer Astrologie bey den Juden standen ****, die sich unter Astronomen nur Zei- Chaldäer.

---

* *Cicero de Divin. lib. 1. cap. 1.* „Principio Assyrii — — propter pla„nitiem magnitudinemque regionum quas incolebant, cum coe„lum ex omni parte patens atque apertum intuerentur, tra„jectiones motusque stellarum observarunt.“

Chardin, Voy. en Perse. Tome 3, pag. 8. „C'est une beauté „que celle de l'air de Perse. On diroit que le ciel y est plus „élevé et d'une autre couleur que dans nos épais climats de „l'Europe. Et dans ces pays-là, cette bonté de l'air répand „sur toute la nature, un eclat nompareil; sans parler de la „sérénité que cet air répand dans la constitution du corps, et „dans la disposition de l'esprit“.

** *Strabo de situ orbis, lib. 16. pag. 134. ed. Venet. 1494.*

*** Man findet sie gesammelt in *Fabric. Bibl. Graeca Vol. Ult. XIV. pag.* 175 bis 211.

**** Dies beweist besonders der Ernst, womit Jesaias und Jeremias vor ihren Künsten warnen.

chendeuter und Wahrsager dachten, so wie die Römer ein unter Mathematikern nur Schwarzkünstler verstanden, beweist ihr frühes und großes Ansehn als Astronomen. Diodor von Sicilien sagt von ihnen *: „die Chaldäer haben den Lauf und „die Natur der Gestirne durch eine lange Beobachtung auf „das sorgfältigste erforscht; und jedermann gesteht, daß sie „mehr als alle andre Völker mit der Astrologie bekannt waren, „da sie sich am längsten damit beschäftigt hatten“. Indes beweist der Name Chaldäer, der bey Griechen und Römern eine allgemeine Benennung der Sterndeuter und Wahrsager war, nicht weniger den Ruhm, den sie sich in der Astronomie vor allen andern Völkern erworben hatten, als den Misbrauch, den sie von dieser Wissenschaft machten.

Die Astronomie der Chaldäer hat nicht weniger, als die der Griechen und jedes andern Volks, ihr fabelhaftes Zeitalter; um so mehr, da ihre Geschichte nur durch die Griechen zu uns gelangt ist, denen es an der gehörigen Kritik und den erfoderlichen Kenntnissen fehlte, um die Wahrheit von der Fabel abzusondern. Eine natürliche Folge hievon ist die große Verwirrung, die über ihre ältere Kronologie verbreitet ist, und der Mangel an sicheren Nachrichten über die Zeit und die Namen der Erfinder und vornehmsten Beförderer der Sternkunde unter diesem Volke.

Ihre Astronomen.

Belus wird als der Stifter des Kollegiums der Chaldäischen Priester genannt. Seine göttliche Abkunft allein ** versetzt ihn in das fabelhafte Zeitalter; und sein Name Bel, der im Chaldäischen Herr bedeutet, war vermuthlich nur der Titel eines in der Geschichte unter einem andern Namen bekannten Königs, vielleicht des Evochous, ersten Königs der Chaldäer in Babylon. Der ihm zu Ehren in der Mitte der großen Stadt erbauete Tempel und Thurm, von dem Plinius

---

* *Bibl. Hist. lib. 2. cap. 8.* am Ende.

** Griechen und Römer nennen ihn *Jupiter* Belus.

versichert, daß er noch zu seiner Zeit (am Ende des ersten Jahrhunderts der christlichen Zeitrechnung) existirt habe *, diente zu astronomischen Beobachtungen **, die, wie wir unten sehen werden, sich weiter als 2200 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung herauf erstreckten, also fast bis in die Zeit reichen, in welche der jüdische Geschichtschreiber den Bau des Thurms zu Babel sezt. In dieses fabelhafte Zeitalter gehört auch der ältere Soroaster, den man nicht mit dem bekannteren jüngeren Soroaster verwechseln mus, welcher zur Zeit des Darius Hystaspis die alte Religion der Magier wider herstellte. Wenn Abraham in der That die großen astronomischen Kenntnisse besaß, die ihm der Patriotismus der Geschichtschreiber seines Volks so freygebig beylegt, so verdient sein Name allerdings unter den chaldäischen Astronomen genannt zu werden: denn sein Vaterland war Ur in Chaldäa, wiewol dieses Ur weit nördlicher lag, als der eigentliche Sitz der Chaldäischen Astronomie. Zu den berühmten Astronomen Babylons gehört auch *** Belesis, der die Würde eines Feldherrn und Priesters in seiner Person vereinigte, und zu der Zeit lebte, da Arbaces das Medische Reich auf den Trümmern des Babylonischen gründete, also in der Mitte des achten Jahrhunderts vor Christi Geburt. Er ist vielleicht eine Person mit Nabonassar, von dem die berühmte Zeitrechnung den Namen erhalten hat, deren Anfang in das Jahr 747 fällt, und mit der zuerst Licht über die alte Kronologie verbreitet wird. Der bekannteste unter den Chaldaischen Astronomen ist Berosus, der wahrscheinlich von dem Historiker gleiches Namens verschieden ist. Er war der erste, der die Sternkunde aus dem Orient in die Griechischen Inseln verpflanzte, und ist nicht weniger durch seine astronomischen Erfindungen, besonders die Eintheilung der

---

* *Nat. Hist. lib. 6. cap. 26.*

** *Diod. Sic. lib. 2. cap. 4.*

** *Diod. Sic. lib. 2. cap. 7.*

Zeit vermittelst der Sonnen-Uhren, berühmt, als durch die sonderbare Erklärung, die er von den Phasen und Finsternissen des Monds gab *, eine Erklärung, die ihn weniger als jene Erfindungen empfielt, die aber zugleich sein hohes Alter beweist, da die Chaldäer später weit vernünftigere Ideen über diesen Gegenstand hatten. Bailly sezt Zoroaster in die Mitte des 25sten Jahrhunderts vor Christi Geburt, Belus 100 Jahre später, und Berosus etwa 1000 Jahre nach Belus.

Ihre Beobachtungen.

Von den astronomischen Kenntnissen und Beobachtungen der Chaldäer liefert uns die Geschichte bessere Nachrichten, als von ihren Astronomen. Selbst das ungeheure Alter von 720000, 490000, und 473000 Jahren, welches ihre Beobachtungen zu Alexanders Zeit gehabt haben sollen, wird begreiflich, wenn man statt der Jahre Tage sezt, und erhält sogar einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, wenn man diese verschiedenen Zeiten mit einander vergleicht. Es ist gewis, daß die lateinische und griechische Benennung eines Jahrs ** eigentlich jede Zeit-Revolution bedeutet, und daß es im Alterthum Jahre von einem, drey, vier, sechs, und zehn Monaten gab. Auch kann man nicht leugnen, daß, so wie für das bürgerliche Leben das Sonnenjahr, für die astronomischen Beobachtungen die Zeit von einem Mittage bis zum andern die schicklichste Periode ist. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß auf den Steinen, in welche die Babylonischen Beobachtungen eingegraben waren, nicht Jahre sondern Tage gezählt waren, statt deren die späteren Historiker das Wort sezten, welches das bey ihnen übliche Jahr bedeutete. Nun machen die 720000 Tage, oder das Alter, welches Epigenes, ein Grieche der wahrscheinlich 60 bis 70 Jahre nach Alexandern schrieb, den Babylonischen Beobachtungen beylegt, 1971 Jahre, welches den

---

* *Vitruv. Architect. lib. 9. cap. 4. 7. 9.*

** *Annus* und ἐνιαυτὸς, ἀπὸ τῶ ἐν ἑαυτῷ ἰέναι. (*Eustath. Etymol.*)

Anfang dieser Beobachtungen 1900 Jahre vor Alexandern setzen würde: eine Epoke, die genau mit dem historischen Zeugnis des Porphyrius übereinstimmt, von dem wir gleich reden werden. Das Alter von 473000 Jahren, welches Diodor diesen Beobachtungen im Zeitalter Alexanders zuschreibt, und das von 490000, das ihnen Berosus giebt, der wahrscheinlich 40 Jahre nach Alexandern schrieb, sezt nach dieser Verwandlung der Jahre in Tage, den Anfang der Babylonischen Beobachtungen 1295 Jahre vor Alexandern, also 600 Jahre später als Epigenes. Dieser Unterschied läst sich vielleicht aus andern historischen Datis erklären, die es sehr wahrscheinlich machen, daß gerade in diesem Zeitpunkt eine groſse Reform der Chaldäischen Astronomie vorgenommen ist: da dann die von Diodor und Berosus angegebene Zeit die neue Epoke der vollkommeneren Beobachtungen seyn würde. Von der Beschaffenheit dieser ersten Beobachtungen wissen wir noch weniger als von ihrem Alter, da selbst diejenigen, deren Existenz historisch bewiesen ist, bis auf einige wenige, längst verloren sind. Um so mehr verdienen diese leztern eine umständlichere Erwähnung.

Die ältesten chaldäischen Beobachtungen, über die gar kein Zweifel seyn kann, sind drey Finsternisse, die Ptolemäus in seinem Almagest umständlich anführt, und die in den Jahren 721 und 720 vor Christi Geburt zu Babylon gemacht sind *. Es leidet wol keinen Zweifel, daß Ptolemäus diese Beobachtungen seinem Zwecke gemäß, aus einer Sammlung vielleicht weit älterer Chaldäischer Beobachtungen wählte: und es ist daher kein Grund, das historische Zeugnis des Simplicius zu verwerfen, der ** nach dem Porphyrius (einem Schriftsteller des dritten Jahrhunderts, dessen Werke, bis auf wenige Fragmente, leider verloren sind) erzählt, daß Kallisthenes, der Alexandern nach Babylon gefolgt war,

* *Almag. lib. 4. cap. 6.*

** *Comment. in Aristot. de coelo, lib. 2. pag. 81.* ed. Venet. 1540.

dem Aristoteles eine Reihe astronomischer Beobachtungen nach Athen geschickt habe, die seit 1903 Jahren, also vom Jahr 2234 vor Chr. Geb. in Babylon gemacht waren. Es ist freylich zu bedauern, daß dieses Faktum, welches unstreitig eines der wichtigsten in der ganzen älteren Geschichte der Astronomie ist, keinen andern Gewährsmann hat; allein dies ist kein Grund, ein so klares historisches Zeugnis zu verwerfen, so lange dessen Unrichtigkeit nicht aus andern Gründen bewiesen ist. Der stärkste oder vielmehr einzige Einwurf, der sich gegen dieses Zeugnis machen läst, ist der, daß Aristoteles selbst dieser Beobachtungen nicht erwähnt, und daß sie überhaupt von den griechischen Astronomen so wenig benutzt oder angeführt sind. Allein hierauf läst sich folgendes antworten. Viele von Aristoteles Schriften sind verloren gegangen, und darunter gerade seine Astronomie *. Die noch vorhandenen Werke dieses Philosophen enthalten zwar viel astronomisches, aber mehr physische Spekulationen und Hypothesen als Beobachtungen. Vielleicht auch hatte der Lehrer Alexanders besondere Gründe, aus diesen Beobachtungen ein Geheimnis zu machen: und dies ist mehr als wahrscheinlich, wenn das merkwürdige Fragment ächt ist, welches uns Plutarch ** von dem Briefwechsel zwischen diesen zwey großen Männern erhalten hat. Der König macht dem Philosophen darüber Vorwürfe, daß er seine Spekulationen öffentlich bekannt gemacht habe, wodurch Er, sein Schüler, den Vorzug, den er vor andern an Kenntnissen gehabt, und den er höher schätze als den Vorzug der Macht, verloren habe; und der Philosoph antwortet, daß diese Lehren bekannt auch nicht bekannt gemacht wären, weil sie nur denen verständlich seyn, die ohnedem schon darin unterrichtet wären. Der wenige Gebrauch, den die griechischen Astronomen, oder viel-

---

* ἀστρονομικὸν. S. *Diog. Laert.* lib. 5. pag. 317, ed. Stephani 1594.

** *Plut. in Alexandro*, ed. Lut. Paris. 1624. *T. I. pag.* 668. S. auch *Aul. Gell. Noct. Att. lib. 20. cap. 5.*

mehr Hipparch und Ptolemäus von diesen Beobachtungen gemacht haben, läst sich eben so leicht erklären, wenn man erwägt: daß eine so lange Reihe von in Stein gegrabenen Beobachtungen wahrscheinlich nicht in dem besten Zustande nach Griechenland gekommen, oder von Alexanders Zeitalter bis auf die fast 200 Jahre spätere Zeit Hipparchs, durch alle die Kriege, von denen Griechenland und Asien in diesem Zeitraum verheert ward, erhalten sind; daß Kallisthenes vielleicht nicht die ganze Sammlung von Beobachtungen, sondern nur eine Auswahl davon nach Athen geschickt habe; und daß wahrscheinlich die ältesten dieser Beobachtungen entweder zu unvollkommen oder zu unleserlich waren, um zum astronomischen Gebrauche zu dienen. Es ist wahr, daß Ptolemäus keine älteren Beobachtungen anführt, als vom Jahr 721 vor Chr. Geb.; allein hieraus folgt nicht, daß er keine älteren vor sich gehabt habe. Sein Almagest ist kein Repertorium von Beobachtungen, sondern ein zum Unterricht bestimmtes System der Astronomie, worin er nur einzelne Beobachtungen zur Erläuterung seiner Sätze gebraucht, also natürlich diejenigen wählt, die sich zu seinem Zweck am besten schickten: und das waren wol nicht immer die ältesten, die ohnedem weniger Zutrauen verdienten, weil die Werkzeuge und die Kunst zu beobachten, im Laufe mehrerer Jahrhunderte, wahrscheinlich zu größerer Vollkommenheit gelangt waren. Ueberdem waren alle vor der Zeitrechnung Nabonassars gemachten Beobachtungen so gut wie unbrauchbar, weil die alte Kronologie vor dieser Epoke äußerst dunkel ist, und Ptolemäus nur diejenigen Beobachtungen benutzen konnte, deren Datum genau bestimmt war: in der That ist die älteste von ihm gebrauchte Beobachtung nur um 26 Jahre jünger als diese Zeitrechnung.

Ende ihrer Astronomie.

Als Alexander durch die Eroberung des Orients den Griechen die Schätze Asiens öffnete, war das Babylonische Reich bereits eine Persische Provinz. Nach seinem Tode ward es von Griechischen Königen beherrscht, die unter dem Namen

der Seleuciden in Antiochien residirten, und nur die Pracht und wollüstige Lebensart des Orients zu schätzen wusten. Der Sitz der Gelehrsamkeit ward nun Alexandrien, und selbst der ehrwürdige Name Babylon ward vergessen. Mit Alexandern endigt sich also die Geschichte der Chaldäischen Astronomie. Die durch den Krieg verscheuchte Urania floh nach Westen, um in ruhigeren Gegenden einen Zufluchtsort zu suchen. Noch einmal loderte die Flamme auf ihren Altären in jenen glücklichen Ebenen, wo sie sich zuerst zu den Sterblichen herabgelassen hatte; aber sie verloschen zum zweyten Male vor dem verheerenden Feuer des Kriegs-Gottes. Zum zweyten Male wandte sich die Muse der Sternkunde nach dem Occident, wo ihr endlich, nachdem sie zwey Jahrtausende herum geirrt war, auf Europäischem Boden, unter ungünstigerem Himmel, ein Tempel errichtet ward, durch Gründlichkeit und Schönheit ihrer so würdig, daß sie nun auf immer ihren Lieblings-Aufenthalt unter uns erwählt zu haben scheint. Die Griechen benutzten die Schätze, die Alexanders Schwert ihnen geöffnet hatte. Die berühmten griechischen Astronomen der Alexandrinischen Schule gründeten die ganze Astronomie auf die Babylonischen Beobachtungen. Aus Ptolemäus Werken lernten die Araber die Sternkunde. Von ihnen erhielt sie Europa: und bis in die neuesten Zeiten blieb das Almagest das einzige astronomische Lehrbuch der Europäer. Die Eröffnung des bisher fast unzugänglichen Orients für den Europäischen Forschungsgeist, die Gründung Alexandriens, einer Stadt, die durch ihre Lage an der Gränze dreyer Welttheile, alle Nationen einander näherte, und Aufklärung und Wissenschaften, die bisher nur theilweise in einzelnen Ländern vergraben gewesen waren, über die ganze Erde verbreitete — alles dies ist das Werk Alexanders des Großen, der nicht weniger von Gefühl für das Schöne und Nützliche und von Liebe zu den Wissenschaften, als von Ehrgeiz glühte, und der jede seiner Eroberungen durch eine dem ganzen Menschengeschlecht erzeigte Wohlthat aussöhnte.

Die astronomischen Kenntnisse der Chaldäer waren so, wie sie sich ein Volk erwerben kann, das seit Jahrtausenden den Himmel mit ununterbrochenem Fleiße beobachtet hat, ohne die Resultate daraus zu ziehen, die Genie nnd philosophischen Geist erfodern. Lange Perioden oder Zykel, welche die Bewegungen der vornehmsten Weltkörper mit großer Genauigkeit einschließen, und nach denen sich die Rückkehr der wichtigsten Erscheinungen am Himmel mechanisch berechnen läst; aber keine Theorie, keine vernünftige Hypothese über die Einrichtung des Weltsystems. Einzelne vortreffliche Ideen neben den albernsten Vorurtheilen: richtige Beobachtungs-Methoden auf die Befriedigung abergläubischer Neugier angewandt. Auf diesem Punkt scheinen die Chaldäer von jeher gestanden zu haben, und eben da stehen Chinesen, Indier, und überhaupt alle kultivirte Völker Asiens seit Jahrtausenden, bestimmt, als Handlanger die gröbsten Materialien zu dem Bau herbey zu führen, den einst das Genie der Europäer aufführen solte. Ihre astronomischen Kenntnisse.

Die berühmteste von den Chaldäern erfundene, oder wenigstens bey ihnen gebräuchliche, und von ihnen zu den Griechen gekommene Periode ist der Saros, eine Zeit von 223 Neumonden oder $6585\frac{1}{3}$ Tagen, nach welcher Zeit die Mondfinsternisse wider in derselben Größe und Ordnung folgen, die ihnen daher diente, sie vorher zu berechnen. Diese Periode ist so genau, daß sie noch in der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts von den grösten Astronomen zur Berichtigung der Mondbahn gebraucht ist. Da sie aber außer den ganzen Tagen $\frac{1}{3}$ eines Tages enthält, so nahm man sie dreyfach, und machte daraus eine neue Periode von 19756 Tagen, in welcher Zeit der Mond, nach den Chaldäischen Beobachtungen, 669 mal seine Phasen vollendet, und zugleich unter den Sternen 723 ganze Umläufe verrichtet und überdem noch 32 Grade beschreibt. Es folgt hieraus eine mittlere Bewegung des Monds, die mit den neuesten Beobach-

tungen auf das genaueste übereinstimmt, und die Länge des Sonnenjahrs von $365\frac{1}{4}$ Tagen. Außer diesem Jahr hatten aber die Chaldäer noch ein andres, das Sternjahr, oder den Umlauf der Sonne in Absicht auf die Sterne, von 365 Tagen 6 Stunden 11 Minuten, welches zu beweisen scheint, daß sie schon die wichtige Entdeckung von der Bewegung der Sterne, die man das Vorrücken der Nachtgleichen nennt, gemacht hatten: eine Entdeckung, die gewöhnlich Hipparch zugeschrieben wird, der sie nicht durch die Chaldäischen Beobachtungen, sondern bloß durch Vergleichung der Griechischen gemacht haben soll.

Eine andre Chaldäische Periode war der Neros von 600 Jahren, die ebenfalls eine sehr genaue Kenntnis vom Laufe der Sonne und des Monds beweist, und aus der sie durch Multiplikation und Division zwey neue Perioden von 3600 und von 60 Jahren machten. Die Chaldäische Periode von 12 Jahren scheint sich auf den Jupiter zu beziehen, der in 12 Jahren und 5 Tagen einen Umlauf um die Erde macht. Sie theilten das Jahr in 12 Monate von 30 Tagen, den Tag in 12 Stunden. Auch rührt von ihnen die noch jezt übliche Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen, jedes Zeichens in 30 Grade, jedes Grads in 60 Minuten her: wahrscheinlich hatten sie also auch Unter-Abtheilungen des Tags und der Stunden. Die fünf Haupt-Planeten unsers Sonnen-Systems, so wie ihre Umläufe um die Erde, waren ihnen bekannt.

Ihre Beobachtungen scheinen sehr einfach gewesen zu seyn, und nur den Auf- und Untergang der Sterne, die periodische Erscheinung, den Stillstand und Rückgang der Planeten, deren Ort am Himmel sie vermittelst ihrer Entfernung von den Fixsternen bestimmten, besonders aber die Mondfinsternisse, bey denen sie den Tag, die beyläufige Zeit der Nacht, nebst der Lage und Größe des verfinsterten Theils, angaben, zum Gegenstande gehabt zu haben. Die einzigen

Chaldäischen Beobachtungen, die uns Ptolemäus aufbewahrt hat, sind zehn Mondfinsternisse von den Jahren 721 bis 382, und eine Beobachtung des Saturns vom Jahr 228. Zu solchen groben Beobachtungen waren freylich sehr unvollkommene Werkzeuge hinlänglich. Das unter dem Namen Pol bekannte Werkzeug, dessen Erfindung Berosus zugeschrieben wird, war vermuthlich ein im Meridian befestigter Kreis, in dem sich ein andrer darauf senkrechter Kreis um denselben Mittelpunkt verschieben ließ, der die tägliche Mittagshöhe der Sonne angab, und zur Bestimmung ihrer jährlichen Bahn diente. Zur Bestimmung der Zeit gebrauchten sie den Gnomon, eine Säule oder Pyramide, die durch ihren Schatten zur Sonnen-Uhr und zur Bestimmung des Meridians diente; ferner die Wasser-Uhren, wodurch sie zugleich den Thierkreis in seine 12 Zeichen eintheilten. Die Menge Wassers, die in der Zeit von einem Aufgange eines Sterns bis zum nächsten aus der Oeffnung eines Gefäßes auslief, ward in einem andern Gefäße aufgefangen, und dann in 12 gleiche Theile getheilt: da dann der Bogen des Thierkreises, der sich in der Zeit über den Horizont erhob, da ein solcher Zwölftheil des Wassers aus dem Gefäße lief, ein Zeichen ausmachte. Diese äußerst unrichtige Methode würde freylich ihre geringe astronomische Kenntnis beweisen, wenn nicht vielmehr die Schuld an der unrichtigen Erzählung der griechischen Schriftsteller läge

Ein griechischer Schriftsteller des vierten Jahrhunderts * hat uns einen sehr merkwürdigen Beweis ihrer richtigen Kenntnis von der Größe der Erde erhalten, der sich kaum mit ihren übrigen Kenntnissen und der Art ihrer Beobachtungen vereinbaren läst. Sie bestimmten nämlich den Umkreis der Erde so, daß ein starker Fußgänger, der ununterbrochen fortginge, in eben der Zeit wie die Sonne, nämlich in einem Jahre, die Erde umgehen würde. Einer der grösten neuern

* *Achilles Tatius, Isag. ad. Arat. Phaen. cap. 18.* in *Petavii Uranol.*

Astronomen hat den Umkreis der Erde genau auf dieselbe Art angegeben.

Die theoretischen Meinungen der Chaldäer über die Einrichtung des Weltgebäudes, die bis zu uns gelangt sind, sind grösstentheils metaphysische oder theosophische Grillen, deren Albernheit vermuthen läst, daß sie von den griechischen Schriftstellern misverstanden sind; einige darunter aber machen ihren astronomischen Einsichten die gröste Ehre. Hieher gehört, daß der Mond sich nur deswegen schneller als irgend ein andrer Weltkörper zu bewegen scheine, weil er der Erde am nächsten sey. Der Gedanke, daß die Planeten wie Schiffe im Aether schwimmen, ist der Natur weit gemäßer als die festen kristallenen Sphären; und man könnte daraus, daß sie sich die Erde auch wie ein Schif vorstellten, vermuthen, daß sie die Bewegung der Erde kannten. Wenn sie, wie Jamblichus erzählt *, die Erfinder der Verhältnisse waren, worauf Pythagoras seine Theorie der Musik gründete, und die er auf die Größe oder Entfernung der verschiedenen himmlischen Sphären anwandte, so scheint es, daß sie ziemlich richtige Ideen von den verschiedenen Entfernungen der Planeten hatten. Der Ausdruck, Gesang des Aethers, in den griechischen Versen, die man die Orakel Sorvasters nennt **, scheint anzuzeigen, daß ihnen die Harmonie der Sphären nicht unbekannt war. Die gröste Ehre macht ihnen die Art, wie sie sich über die Kometen ausdrückten. Sie hielten nämlich diese Weltkörper für Planeten, die uns sichtbar werden, wenn sie den der Erde nahen Theil ihrer Bahn durchlaufen, und verschwinden, wenn sie sich in der Tiefe des Himmels verlieren, gleich Fischen die sich in das Meer versenken. Wenn Seneka, wie es sehr wahrscheinlich ist, seine bekannte Stelle über die Kometen *** aus der alten Chaldäischen Astronomie

---

* *Weidleri Hist. Astron.* Cap. 3. §. 13. pag. 40.

** ἀίθρης μέλος. S. *Lambecii Prodrom. Hist. Liter.* pag. 103.

*** *Seneca, Nat. Quaest. lib. 7. cap. 22. sqq.*

entlehnt hat, so mus man sagen, daß Zufall oder Nachdenken ihnen eine so richtige Vorstellung von der Natur der Kometen und ihrer Rückkehr zur Sonne gegeben hatte, die einem Astronomen des 17ten Jahrhunderts Ehre gemacht haben würde. Daß Männern, die unter einem beständig heitern Himmel seit 2000 Jahren jede Nacht die Sterne beobachteten, nicht leicht ein Komet entgehen konnte, läst sich begreifen; und eben so natürlich ist es, daß sie durch die lange Sichtbarkeit mancher Kometen und ihre langsame Bewegung bewogen wurden, sie für Körper zu halten, die ähnliche Bahnen wie die Planeten beschrieben: woraus dann leicht der Schlus gezogen ward, daß sie gleich den Planeten, wiewol nach längerer Zeit, zur Sonne oder Erde zurückkehrten. Indes mus man gestehen, daß die Chaldäer im Ganzen nur wenig philosophische Anwendung von ihren Beobachtungen machten; in desto höherem Grade machten sie sich des Misbrauchs schuldig, der von jeher mit der Sternkunde getrieben ist. Dies wird immer der Fall seyn, wenn eine so weit über den Verstand des gemeinen Haufens erhabene Wissenschaft in den Händen einer besondern Klasse von Menschen ist, die mehr für die Wichtigkeit und das Ansehn ihres Korps, als für die Aufklärung der Nation besorgt sind, und deren Stand ihnen Ansprüche an eine vorzügliche Heiligkeit oder an eine nähere Verbindung mit der Gottheit giebt. Die Chaldäischen Priester glaubten, oder machten das Volk glauben, daß die Planeten nicht allein einen wichtigen Einflus auf die Witterung, die Fruchtbarkeit der Aecker, die herrschenden Krankheiten des Jahrs, sondern selbst auf den Karakter, die Schicksale, und die Handlungen freyer Menschen hätten. Es war daher beständig ein Astronom auf der Wache, der den Aufgang der Planeten beobachtete, indes ein andrer den Augenblick der Geburt vermuthlich nur solcher Kinder bemerkte, deren Armuth sie nicht unter die Notiz der Gestirne herab sezte. Indes wird man nicht ohne Vergnügen bemer-

* Cleardus, Vos. de Poet. T. 2. pag. 141. Fig.

ken, daß es auch unter diesen Priestern wahre Weise gab, die diesen astrologischen Misbrauch laut misbilligten.

Astronomie der Perser.

Persepolis, die Residenz der alten Persischen Könige, zeigt noch in seinen Ruinen, was es einst war. Einer der einsichtsvollesten neueren Reisenden * hat diese ehrwürdigen Ruinen, die ungefähr 100 geographische Meilen östlich vom alten Babylon in Vergessenheit begraben liegen, und barbarischen Hirten-Völkern zum Lagerplatz dienen, mit großer Sorgfalt untersucht; und man kann seine Beschreibung nicht lesen, ohne sich von dem hohen Alter dieser ehemals so berühmten Stadt zu überzeugen. Die orientalischen Nachrichten, die der Fleis der neuern Europäer gesammlet hat, stimmen überein, der früheren Persischen Monarchie, deren Sitz Persepolis war, ein Alter beyzulegen, das weit über die griechischen Nachrichten, und vielleicht über den Anfang des Babylonischen Reichs hinaus geht. Nach diesen Nachrichten erbauten die Könige von der Dynastie Diemschid, deren Zeitalter Bailly mehr als 3000 Jahre vor Chr. Geb. sezt, diese Stadt, die wir nur unter dem griechischen Namen Persepolis kennen, und den prächtigen Pallast, dessen Zerstörung Alexander sich nie vergeben konnte. Eben diese den Griechen unbekannte Dynastie führte in jenem grauen Alterthum folgende Form des Sonnenjahrs ein. Nach 12 Monaten von 30 Tagen folgten 5 Schalttage. Weil aber dieses Jahr von 365 Tagen zu kurz war, so ward nach 120 Jahren ein ganzer Monat von 30 Tagen am Ende des ersten Monats eingeschaltet. Nach andern 120 Jahren ward der zweyte Monat verdoppelt, und so fort, bis nach einer Periode von 1440 Jahren dieselbe Ordnung wider anfing. Sie nahmen also das Jahr zu $365\frac{1}{4}$

* *Chardin, Voy. en Perse. T. 2. pag. 141. sqq.*

Tagen an: und diese Bestimmung des Jahrs, die eine lange Reihe von Beobachtungen oder eine ihnen überlieferte frühere Kenntnis voraussezt, ist, nebst einer doppelten Art den Thierkreis einzutheilen, alles was wir von den astronomischen Kenntnissen dieses alten Volks wissen.

Astronomie der Phönizier.

Die Phönizier, deren Sprache eine Mundart der Chaldäischen ist, sind, wo nicht eines der ältesten, doch der zuerst gebildeten Völker. Ihre Lage am rothen und mittelländischen Meere bestimmte sie zum vornehmsten Handels-Volk der alten Welt. Ihre ausgebreitete Schiffahrt machte sie mit allen Theilen der Welt und mit der Kultur aller Länder bekannt, und ihre Kolonien in Asien, Afrika, und dem westlichen Europa, streuten den Saamen der Aufklarung von einem Ende der damals bekannten Erde bis zum andern. Daß eine Nation, deren Flotten Afrika umsegelten und durch die Säulen des Herkules bis Britannien drangen, mit der Sternkunde nicht unbekannt gewesen seyn kann, ist begreiflich; und die Geschichte bemerkt, daß sie sich besonders durch den Polarstern und die übrigen Sterne im kleinen Bären auf ihren langen Seereisen leiten ließen. Es ist aber eben so begreiflich, daß ein Volk, welches bloß für den Handel lebt, und Künste und Wissenschaften nur nach dem Grade schätzt, als sich Geld dadurch erwerben läst, wol die Entdeckung andrer Völker annehmen und benutzen, aber weder Muße noch Genie zu eigenen Erfindungen haben wird. Vielleicht hatten die Phönizier zuerst den glücklichen Gedanken, die Sternkunde, die sie von den ihnen verwandten und benachbarten Chaldäern erlernt hatten, auf die Schiffahrt anzuwenden; allein die Geschichte erwähnt keine einzige astronomische Kenntnis oder Entdeckung, die diesem Volke eigen gewesen wäre. Die Phönizischen Kaufleute sahen in den Sternen nur Lichter, dem Piloten auf den dun-

keln Pfaden des Meers zu leuchten: und mit ihrem Handel hörte auch ihre astronomische Kenntnis auf.

Astronomie der Egyptier.

Jenes fruchtbare Thal, das sich längs den Gebirgen Libyens und dem arabischen Meerbusen, vom mittelländischen Meere bis zum Wendekreise hin zieht, dessen unglückliche Einwohner nun wider, nach einem kurzen Strahl der Hofnung, der Unterdrückung des Türkischen Despotismus, dem Stolz und den Erpressungen der Mameluckischen Aristokratie, und den Räubereyen der Republikanischen Beduinen überlassen sind, war einst, nach dem Ausspruch des Delphischen Apolls, von dem weisesten aller Völker bewohnt, und der Sitz der Wissenschaften und Künste, von dem Griechenland seine Aufklärung und seinen Aberglauben erhielt. Von der Barbarey, zu der es unter dem Despotismus der Persischen Eroberer herab gesunken war, erhob es sich noch einmal unter seinen griechischen Königen zum Mittelpunkt des Handels und der Gelehrsamkeit, war als Römische Provinz die Kornkammer Roms, der Schlupfwinkel fanatischer Mönche, und der Tummelplatz theologischer Zänkereyen, und fiel endlich unter der Regierung der Kalifen und Sultane, vielleicht auf immer in die Barbarey zurück. Ein Blick auf die Lage dieses merkwürdigen Landes überzeugt uns, daß es lange nach jener allgemeinen Ueberschwemmung noch nicht bewohnt seyn konnte. Ein Thal, von zwey Meeren eingeschlossen, noch jezt von einem großen Flusse durchströmt, war gewis Jahrhunderte durch vom Meere bedeckt, bis die Wasser des Nils von den Aethiopischen Gebirgen herab Schlamm genug abgesezt hatten, um erst das obere oder südliche Egypten, und dann Nieder-Egypten oder das Delta auszutrocknen *.

* *Diod. Sic. lib. 3. cap. 1.*

Selbst die jezt zur Fruchtbarkeit Egyptens so nöthigen jährlichen Ueberschwemmungen des Nils musten die Einwohner lange vom Ackerbau verscheuchen, bis sie Aufklärung genug hatten, um den Nutzen einzusehn, den Fleis und Arbeitsamkeit aus dieser anscheinenden Verwüstung ziehen können. Diese Betrachtungen, die das geringe Alter Egyptens beweisen, sprechen zugleich für das hohe Alter des benachbarten Aethiopiens. Dieses hohe, trockene, äußerst fruchtbare Land, wo die sanfteste Wärme durch keinen Wechsel der Jahrszeiten unterbrochen, der heiterste Himmel durch keine Wolken getrübt wird, war gewis längst bewohnt, als das niedre Egypten noch unter Wasser stand. Die Einwohner Aethiopiens, unter nicht minder günstigen Umständen als die Chaldäer, hatten gewis längst den Himmel beobachtet *, ehr ihre Kolonien unter Osiris, über die Wasserfälle des Nils, in die Egyptischen Ebnen herabstiegen, das noch in seinen Trümmern ehrwürdige Theben im obern Egypten erbauten, und endlich das sumpfige Delta anbauten. Die ältesten Nachrichten von Egyptischer Kultur und Astronomie werden also mit mehrerem Rechte von Aethiopien, dem Mutterlande der Egyptier, zu verstehen seyn. Wenn gleich diese Nachrichten mangelhafter sind als die Denkmäler der Chaldäischen Astronomie, wenn gleich ihre eigentlichen Epoken, wegen der mancherley Jahre die selbst in verschiedenen Provinzen Egyptens gebraucht wurden, sich noch weniger bestimmen lassen: so beweisen doch unzählige historische Zeugnisse, daß die Egyptische oder Aethiopische Astronomie der Babylonischen an Alter nichts nachgiebt. Die grösten Philosophen des Alterthums geben der Egyptischen und der Chaldäischen Astronomie gleiches Alter **; viele Schriftsteller räumen sogar der er-

---

* *Lucian. de Astrol. pag.* 539. 540. und *Diod. Sic. lib.* 3. *cap.* 1.

** *Plato in Epinomide, pag.* 1012. ed. Francof. 1602. *Aristot. de Coelo, lib.* 2. *cap.* 12. *Cicero de Divinat. lib.* 1. *cap.* 42.

stern das höchste Alter ein *. Darf man einer Nachricht trauen, die uns ein Schriftsteller des zweyten Jahrhunderts ** überliefert hat, so enthielten die Egyptischen Jahrbücher Beobachtungen von 373 Sonnen- und 832 Mond-Finsternissen, die vor Alexanders Zeit gemacht waren. Diese Nachricht erhält dadurch eine besondere Wahrscheinlichkeit, daß die Zahlen 373 und 832 wirklich ziemlich genau im Verhältnis der Sonnen- und Mond-Finsternisse stehen, die an einem bestimmten Orte in gleicher Zeit beobachtet werden können. Dies würde dann wenigstens eine ununterbrochene Reihe von 12 bis 13 Jahrhunderten beweisen, also das Alter dieser Beobachtungen 1600 Jahre vor Chr. Geb. setzen. Unglücklicher Weise ist das wichtigste Werk über die alte Astronomie verloren gegangen, nämlich die Sammlung aller in Egypten beobachteten Sonnenfinsternisse, die Konon, ein Schriftsteller des dritten Jahrhunderts vor Chr. Geb. gemacht hatte ***. Indes ist es bey dem hohen Alter der Egyptischen Beobachtungen, das durch alle oben angeführte Schriftsteller außer Zweifel gesetzt wird, eine äußerst sonderbare Erscheinung, daß Ptolemäus, ein in Egypten geborner Grieche, der selbst in Egypten beobachtet und die ältern Griechischen und Chaldäischen Beobachtungen mit großem Fleiße benutzt hat, jene alten in seinem Vaterlande gemachten Beobachtungen nicht gebraucht, ja nicht einmal erwähnt. Daß die Egyptischen Priester zu Ptolemäus Zeit sich nicht mehr mit der Sternkunde beschäftigten, ist gewis. Vielleicht verstanden sie nicht einmal mehr die Hieroglyphen oder Schriftzüge, worin jene Beobachtungen aufgezeichnet waren; oder sie waren desto geheimnisvoller mit den Arbeiten ihrer Vor-

---

* *Macrob. in somn. Scip. lib. 1. cap. 21. Lactant. Divin. Instit. lib. 2. cap.* 13.

** *Diog. Laërt. in prooemio*, im Anfange.

*** *Seneca, Nat. Quaest.* lib. 7. cap. 3.

gänger, je weniger sie selbst im Stande waren, sie zu benutzen oder fortzusetzen *, besonders gegen die Griechen, deren populäre Kultur ihre mysteriöse Gelehrsamkeit verdrängt hatte; vielleicht waren die Beobachtungen längst verloren, oder lagen in unzugänglichen Syringen versteckt.

Egyptische Astronomen.

Von den Egyptischen Astronomen wissen wir noch weniger als von ihren Beobachtungen. Die Astronomie war, wie alle Wissenschaften, ein Eigenthum des Priester-Ordens. Jede Erfindung, jede einzelne Beobachtung, gehörte dem ganzen Kollegium der Priester, nicht dem der sie gemacht hatte, dessen Name so wenig in das Publikum kam, als die von ihm gemachte Entdeckung **. Indessen nennen alle alte Schriftsteller einstimmig Thouth als den ersten Erfinder der Egyptischen Astronomie. Er ist mit dem ältern Merkur oder Hermes Trismegistus der Griechen einerley, und seine göttliche Verehrung beweist schon allein sein hohes, aber fabelhaftes Zeitalter ***. Dieses räthselhafte Wesen, dem fast alle wichtigen Erfindungen der Urwelt zugeschrieben werden, grub dieselben, nach dem allgemeinen Gebrauche des Alterthums, in Steine. Die Egyptischen Priester folgten seinem Beyspiel, und die so beschriebenen Bildsaulen der Götter erhielten den Namen Thouth, und wurden das Archiv aller Kenntnisse und Erfindungen der Egyptier, die ohne Unterschied unter dem Namen Thouth auf die Nachwelt kamen. Die astronomischen Kenntnisse, die der Stifter und Gesetzge-

---

* Alle alten Geschichtschreiber bezeugen die Eifersucht, womit die Egyptischen Priester ihre Kenntnisse geheim hielten und unter Hieroglyphen verbargen.

** *Galenus, contra ea quae a Juliano etc. cap.* 1. sagt ausdrücklich: in Egypten müsten alle Erfindungen erst vom Kollegium der Gelehrten oder Priester einstimmig genehmigt werden, worauf sie ohne des Erfinders Namen auf Säulen geschrieben, und in den heiligen geheimen Oertern verwahrt würden.

*** *Plato in Phaedro, pag.* 1240. *Diod. Sic.* lib. 1. part. 1. cap. 2. *Cicero de nat. Deor.* lib. 3. cap. 22.

ber des Jüdischen Volks von den Egyptiern erlernt haben soll, und wovon wirklich einige Spuren im Buche Hiob (9, 9.) vorkommen, welches wahrscheinlich Moses in seinem Arabischen Exil geschrieben hat, beweisen wenigstens das große Ansehn, worin die Egytier wegen ihrer Kenntnisse bey allen Völkern standen. Die berühmte Stelle des Josephus *, wo er sagt, daß die Enkel Seths die von ihnen gemachten astronomischen Entdeckungen auf steinernen Säulen eingegraben hätten, wovon eine noch zu seiner Zeit in Sirias vorhanden gewesen sey, ist wahrscheinlich ein von diesem Jüdischen Geschichtschreiber misverstandenes oder verdrehtes Zeugnis, wodurch das, was wir eben gesagt haben, auf das stärkste bestätigt wird. Um sich hievon zu überzeugen, darf man hiemit nur den Brief des Egyptischen Priesters Manetho an Ptolemäus Philadelphus vergleichen, wo er sagt, daß er die im Siriadischen Lande befindlichen Säulen benutzt habe, welche von Thouth dem ersten Hermes mit dem heiligen Dialekt und hieroglyphischen Karakteren beschrieben worden **. Man kann an der Identität dieser beyden Zeugnisse nicht zweifeln, wenn man weis, daß Thouth von den Griechen Sothes (Seth) genannt ward, und daß das Siriadische Land nichts anders als eine Landschaft von Aethiopien selbst ist ***, die noch jezt Sire heist, so wie der Nil Seir, ehemals Siris ****, wovon der Hunds-Stern, der den Egyptiern die Ueberschwemmungen des Nils verkündigte, den Namen Nil-Stern oder Sirius erhielt.

Ende ihrer Astronomie.

Mit Stiftung der Alexandrinischen Schule endigt sich die Egyptische Astronomie, und verliert sich in der Griechischen. Strabo sagt ausdrücklich, daß die Egyptischen

---

* *Antiqu. Jud.* lib. 1. cap. 2.

** *Syncelli Chronographia*, pag. 40. ed. Paris. 1652.

*** S. *Goar, emendat. et annotat.* zu obiger Stelle, pag. 13.

**** *Bruce, Voyage aux sources du Nil*, T. 5. Ch. 6. T. 6. Ch. 15.

Priester zu seiner Zeit (unter der Regierung Augusts) sich nicht mehr mit der Sternkunde, sondern bloß mit den Opfergebräuchen beschäftigten, und von Griechen und Römern, die nach Egypten reisten, um die Wohnungen der Priester zu sehen, wo ehemals Pythagoras, Eudoxus und Plato Jahre zubrachten, um Weisheit zu lernen, wegen ihrer Unwissenheit verlacht wurden *. Vertrieben aus ihrem Vaterlande durch höhere Kultur, irrten die Bewahrer der Geheimnisse des Himmels und der Erde in der Fremde umher, und boten ihre Mysterien für Geld feil. Je weiter sie sich von den Ufern des Nils entfernten, desto tiefer sanken sie von ihrer ehemaligen Höhe herab, und selbst Rom, die Freystatt jedes Aberglaubens, verachtete und verfolgte die Priester der Isis.

Ihre astronomischen Kenntnisse.

Die Einwohner Egyptens wurden durch die Ueberschwemmungen des Nils, denen ihre Felder jährlich ausgesetzt waren, gezwungen, sich früher als irgend ein andres Volk mit der Geometrie zu beschäftigen **; und die dadurch erworbene mathematische Kenntnis, so gering sie auch seyn mochte, muste ihnen in der Sternkunde von großem Nutzen seyn. Die berühmten Bücher des Hermes, die unter andern die Lage und Anordnung der Planetenbahnen oder das Weltsystem, die Berechnung der Neu- und Voll-Monde, und den Auf- und Untergang der Sterne, kurz die ganze Egyptische Astronomie enthielten, würden uns den richtigsten Begrif von ihren wissenschaftlichen Kenntnissen geben; allein diese alte Urkunde, wenn sie anders je existirt hat, ist längst verloren. Das einzige Dokument, das bis auf uns gekommen ist, giebt uns keinen vortheilhaften Begrif, wenigstens von dem damaligen Zustande ihrer Astronomie. Dies ist eine Sammlung griechischer Verse, von einem Egyptischen Priester Manetho an den König Ptolemäus Philadelphus

* *Strabo de situ orbis*, lib. 17. pag. 145.

** Ebendas. pag. 142. und *Diod. Sic.* lib. 1. part. 1. cap. 3.

gerichtet, die von nichts als von dem Einflus der Gestirne auf die Schicksale der Menschen handeln, und ein Beweis sind, daß auch dieses Volk die erhabenste Wissenschaft zu niedrigen Zwecken misbrauchte. Von den Werkzeugen, deren sie sich zu ihren Beobachtungen bedienten, wissen wir wenig. Sonnen- und Wasser-Uhren waren bey ihnen von Alters her im Gebrauch. Aber der ungeheure goldne Kreis von 365 Ellen im Umfange, der als Monument des Königs Osymandias zu astronomischen Beobachtungen gedient haben soll, sieht einer Fabel um so ähnlicher, da Herodot, der Egypten so genau kannte, von diesem unschätzbaren Werkzeuge nichts sagt. Indes beweisen die Pyramiden, die nach dem Zeugnis der Reisenden genau nach den vier Weltgegenden gestellt sind, daß es ihnen nicht an Werkzeugen und Methoden fehlte, die Mittagslinie zu bestimmen, daß sie folglich in der praktischen Astronomie gute Fortschritte gemacht hatten. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß die weit älteren Obelisken vermittelst ihres Schattens als Gnomon dienten. Dürfen wir aber von ihren praktischen Methoden nach dem urtheilen, was uns die Griechischen und Römischen Schriftsteller davon erzählen, so machen sie ihnen wenig Ehre. Sie theilten den Thierkreis in zwölf Zeichen, vermittelst des Wassers das aus einem Gefäß in das andre lief, auf eben die unrichtige Art wie die Chaldäer. Sie bestimmten den scheinbaren Durchmesser der Sonne, indem sie die Zeit welche die Sonne gebraucht, sich über den Horizont zu erheben, durch Wasser- oder Sonnen-Uhren, oder gar durch den Lauf eines Pferdes maßen, und fanden ihn durch die erstre Methode ziemlich genau, durch die letztre aber mehr als dreymal zu groß. Wenn man annimt, daß sie nicht den Aufgang der Sonne, sondern ihren Durchgang durch den Meridian beobachtet haben, so wird diese Methode um vieles genauer, und beweist zugleich, daß sie die praktische Kenntnis hatten, die erfodert wird, eine Mittagslinie zu ziehen.

Die Art, wie sie die verschiedenen Entfernungen der Sonne, des Monds, und der Planeten von der Erde, so wie die Größe der Sonne berechneten, beweist, trotz der äußerst unrichtigen Resultate die sie heraus brachten, doch wenigstens, daß sie die Geometrie auf die Sternkunde anwandten. Sie fanden z. B. daß die Sonne nur um 60 Erd-Durchmesser von uns entfernt sey; sie nahmen ferner willkührlich an, daß der Schatten, den die von der Sonne erleuchtete Erde hinter sich werfe, eben diese Länge habe: woraus dann durch eine leichte Rechnung folgte, daß der Durchmesser der Sonne doppelt so groß sey als der Erd-Durchmesser.

Die Eintheilung der Zeit in Wochen von 7 Tagen ist so natürlich aus den vier Phasen, oder den verschiedenen Gestalten, unter welchen sich der Mond in einer Zeit von 29 Tagen zeigt, entstanden, daß man sie bey allen Völkern, selbst bey den Amerikanern, angetroffen hat. Indes könnte es doch wol seyn, daß diese Eintheilung nicht bey allen Völkern dieselbe Veranlassung gehabt hätte; und es scheint in der That, daß die Egyptier durch astrologischen Aberglauben darauf gebracht sind: wenigstens wird ihrer Erfindung sowol die Gewohnheit, die Wochentage nach den sieben Planeten zu benennen, als auch die sonderbare Ordnung derselben, die man fast bey allen Völkern des Alterthums antrifft, allgemein zugeschrieben. Nachdem sie die Planeten nach ihrer Entfernung von der Erde auf folgende Art geordnet hatten, Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur, Mond; so gaben sie jedem von ihnen nach der Reihe einen besondern Einflus auf eine der 24 Stunden des Tages, und nahmen zugleich an, daß der Planet, dessen Eigenthum die erste Stunde des Tages ist, auch die Oberherrschaft über diesen ganzen Tag führe. So ward also Saturn der Beherrscher des ersten Tages; die 24ste Stunde gehörte dem Mars, also die Herrschaft des zweyten Tages der Sonne; der Herr des dritten Tages war der Mond,

des vierten Mars: und so entstand die sonst unerklärliche Ordnung der Planeten in den 7 Wochentagen, der wir uns noch jezt bedienen: Saturn, Sonne, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Venus *. Hieraus folgt zugleich, daß die Egyptier die fünf Haupt-Planeten fleißig genug beobachtet hatten, um das Verhältnis ihrer Entfernungen von der Erde, oder vielmehr ihrer Umlaufszeiten, beyläufig zu kennen. Sie waren überdem mit den merkwürdigsten Umständen ihrer Bewegung, ihrem Stillstande und Rückgange bekannt, und hatten die Bemerkung gemacht, daß ihre Bahnen sämmtlich in einem schmalen Streifen, dem Thierkreise, liegen, den sie, wie die andern Völker des Alterthums, in 12 Zeichen abtheilten.

Es ist äußerst schwer, über den Grad der Kultur und der Kenntnisse der alten Egyptier ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Sie selbst machten vor ihren Zeitgenossen ein Geheimnis daraus, mit einer Sorgfalt, die man kindische Eifersucht oder philosophische Bescheidenheit nennen kann: und da keine ihrer Schriften bis auf uns gekommen ist, so sind unsre einzigen Quellen die griechischen Schriftsteller, von denen die räthselhaften Reden der Egyptischen Priester offenbar oft misverstanden sind. Der älteste griechische Geschichtschreiber ** hat uns zwey von den Egyptischen Priestern ihm mitgetheilte äußerst merkwürdige Traditionen überliefert. Nach der einen soll die Sonnenbahn einst den Aequator senkrecht durchschnitten haben: woraus zu folgen scheint, daß eine der neuesten astronomischen Entdeckungen, der zufolge jene beyden Kreise sich immerfort nähern, schon den Egyptiern nicht unbekannt gewesen sey. Die andre Tradition, daß die Sonne

---

* *Dio Cass.* lib. 37. pag. 37, 38. ed. Leunclavii 1606.

** *Herodot. in Euterpe*, cap. 142. ed. Francof. 1608. — Ich gestehe, daß ich die Stelle im Herodot nicht habe auffinden können, wo er, wie Bailly anführt, von der erstern dieser beyden Traditionen redet.

in 11340 Jahren viermal ihren Lauf geändert habe, ist zwar, wenn Herodot sie richtig nacherzählt hat, ganz ohne Sinn: indes ist es sehr merkwürdig — und hierin liegt vielleicht der wahre Sinn dieser Sage verborgen — daß die angegebene Zah 11340 viermal 2835 ist, und daß die Periode von 2835 Sonnenjahren genau 2922 Mondenjahre enthält, so daß in 11340 Jahren das Sonnenjahr viermal mit dem Mondenjahre zugleich anfängt. Aus diesem Gesichtspunkt beweist die Periode von 11340 oder 2835 Jahren, daß die Egyptier eine sehr genaue Kenntnis von der Länge des Jahrs und des Monats hatten.

Die berühmteste Periode der Egyptier ist die von 1460 Jahren, die auf folgende Art entstand. In den ältesten Zeiten war ihr Jahr von 360 Tagen; eine kurze Zeit war aber hinlänglich, sie von der großen Unrichtigkeit desselben zu überzeugen. Die Einwohner von Theben oder Diospolis in Ober-Egypten entdeckten durch ihre Beobachtungen des Sirius die Länge des Jahrs von 365 Tagen und 6 Stunden auf folgende Art. Wenn dieser glänzendste der Sterne, nachdem er lange wegen der Nähe der glänzenderen Sonne unsichtbar gewesen war, sich aus den Sonnenstralen wider loswickelte, und zuerst vor Sonnen-Aufgange einen Augenblick sichtbar ward, so erfolgte bald nachher das Austreten des Nils. Der Hundsstern verkündigte ihnen also jährlich diese für sie so wichtige Naturbegebenheit, und seine erste Sichtbarkeit ward von ihnen mit der ängstlichsten Sorgfalt erwartet. Ein Jahr reichte hin, ihnen zu zeigen, daß von einem solchen Erscheinen des Sirius bis zum nächsten 365 Tage vergingen; und in wenigen Jahren musten sie bemerken, daß nach vier Jahren von 365 Tagen der Sirius erst am zweyten Tage des Jahrs, und so alle vier Jahre um einen Tag später erschiene: woraus dann folgte, daß er nach viermal 365 Jahren um 365 Tage zurückbleiben muste, also nun wider am ersten Tage des Jahrs vor der Sonne aufginge. So entstand also die kleine Periode von

vier Jahren und einem Tage, woraus die Länge des Sonnen-Jahrs von $365\frac{1}{4}$ Tagen folgte, und eine größere Periode von viermal 365 oder 1460 Jahren, welche die Hundssterns- oder Sothische Periode, das große Jahr oder Gottes Jahr genannt ward. Diese Periode diente zum Besten der Feldarbeiten, und überhaupt zum ökonomischen Gebrauch. Zur bürgerlichen und kirchlichen Rechnung aber behielten die Egyptier das Jahr von 365 Tagen, weil sie jede Einschaltung als eine Entheiligung ansahen, und auf diese Art erhalten wollten, daß jede Jahreszeit an den heiligen Festen der Isis und der übrigen Götter Theil nähme: welches auch wirklich im Laufe von 1460 Jahren geschah. Die Zeit da die Egyptier anfingen, sich dieser Periode zu bedienen, läst sich mit ziemlicher Gewisheit nachspüren, und daraus das Alter ihrer Kenntnis vom Sonnenjahre bestimmen. Wir wissen mit Sicherheit, daß die Sothische Periode im Jahr 138 nach Chr. Geb. von neuem anfing *, und daß sie schon lange vorher bekannt war. Der Anfang der nächst vorhergehenden Periode fällt demnach in das Jahr 1322 vor Chr. Geb. In diesem Jahr erschien Sirius zuerst an einem Tage, der mit unserm 20sten Julius übereinkömmt, welches also der erste Tag des Jahrs 1322 war. Da nun der Anfang jedes vierten Jahrs um einen Tag später fiel, so muste der erste Tag des Jahrs in 576 oder 575 Jahren um 144 Tage, d. i. vom 20 Julius bis zum 26 Februar zurückgegangen seyn; oder das Jahr 747 vor Chr. Geb. fing mit dem 26 Februar an. Dies stimmt vollkommen mit der im Alterthum so berühmten Nabonassarischen Aera überein, deren Anfang wirklich auf den 26 Februar 747 fällt. Es ist sogar wahrscheinlich, daß schon vor dieser Periode eine dritte vorhergegangen war: denn Manetho erzählt, daß die Arabi-

* „Anni illius magni *nunc* agitur annus centesimus", schrieb *Censorinus* (*de die nat.* cap. 21. pag. 156. ed. Lindenbrog. 1642.) im 991 Jahr nach Erbauung Roms (*ibid.* pag. 155.) oder 238 Jahre nach Chr. Geb.

schen Hirten im 700ten Jahre der Sothischen Periode in Egypten eindrangen, und 511 Jahre nachher von Sesostris daraus vertrieben wurden. Da nun Sesostris, nach den besten Kronologen, um das Jahr 1570 vor Chr. Geb. regiert hat, so würde der Anfang dieser Periode auf das Jahr 2782 vor Chr. Geb. fallen, welches genau 1460 Jahre vor dem Anfange der zweyten Periode ist. Man mus gestehen, daß dieses hohe Alter dem Genie der Egyptier wenig Ehre macht, da sie nach 2000jährigen Beobachtungen immer auf der nämlichen Stufe blieben, und dieselbe Länge des Jahres von 365 Tagen und 6 Stunden beybehielten.

Die Egyptier bemüheten sich, gleich allen Völkern des Alterthums, Perioden aufzufinden, die den Lauf der Sonne und des Monds, oder eine gewisse Zahl ganzer Jahre und Monate zugleich enthielt; und es war ihnen geglückt, eine sehr genaue Periode zu finden, die man bey keinem andern Volke antrifft. Dies ist die Periode von 25 Jahren oder 9125 Tagen, welche bis auf eine Stunde 309 Monate ausmachen: so daß nach 25 Jahren die Neu- und Voll-Monde wider auf dieselben Tage ihres Jahres fielen.

Ueber die Einrichtung unsers Sonnensystems hat vielleicht kein Volk des Alterthums so richtige Begriffe gehabt, als die Egyptier. Sie kannten die wahre Ursache der Mondfinsternisse, nämlich den Eintrit des Mondes in den Schatten der von der Sonne erleuchteten Erde *. Was ihnen aber die gröste Ehre macht, ist, daß sie wenigstens zu der Ueberzeugung von einem Theile des jezt unter Kopernik's Namen allgemein angenommenen Weltsystems gelangt waren. Nachdem sie zuerst die Entdeckung gemacht hatten, daß der schöne Stern, der bald als Morgen- bald als Abend-Stern funkelt, der nämliche Planet ist, und daß er gleich dem Merkur nie die Nachbarschaft der Sonne verläst, so schlossen sie, daß die Bahnen der Be-

* *Diog. Laert.* in proœm. pag. 7. ed. Stephan. 1594.

nus und des Merkurs die Erde nicht einschlössen, sondern die Sonne zum Mittelpunkt hätten, und erklärten dadurch ihre sonderbare Bewegung, die bald vorwärts bald rückwärts zu gehen, bald ganz aufzuhören scheint *. Diese Hypothese war allgemein unter dem Namen des Egyptischen Systems bekannt: und es läst sich kaum denken, daß ein Volk, welches so richtige Begriffe von einem Theil unsers Sonnensystems hatte, dieselben nicht zur Erklärung der ganz ähnlichen Bewegung der übrigen Planeten angewandt haben sollte. Die Kenntnisse vom wahren Sonnensystem, welche die Pythagoräer aus dem Orient oder aus Egypten nach Europa brachten, machen es wahrscheinlich, daß die Egyptier dieses ganze System kannten, und es vielleicht nur durch die Bewegung der zwey untern Planeten bewiesen, bey denen es am deutlichsten in die Augen fällt. In der That läst sich das Kopernikanische System in der Bildersprache der Egyptier nicht deutlicher beschreiben, als sie es wirklich thaten **, indem sie nicht die Erde sondern die Sonne mit dem Könige, den Mond mit der Königin, die Planeten mit den Trabanten, und die Fixsterne mit dem Volke verglichen. Es ist merkwürdig, daß die Egyptier, die in der Kenntnis des wahren Planeten-Systems so große Fortschritte vor den Chaldäern gemacht hatten, in der Theorie der Kometen so weit hinter ihnen zurück blieben ***. Sie hielten diese Weltkörper nicht der Beobachtung werth, und sahen sie nicht als Gegenstand der Astronomie, sondern als Meteore an, auf deren Entstehen oder Erscheinen die Sterne, so wie auf alles was unter dem Monde geschieht, Einflus hätten.

Astronomie der Indier.

Zwischen dem Ganges und Indus, den Gebirgen Thibets und dem Meere, liegt ein hohes von Bergen durchschnittenes

---

* *Vitruv. Archit.* lib. 9. cap. 4. *Macrob. Somn. Scip.* lib. 1. cap. 19.

** *Sext. Empir. adverf. Aftrologos*, cap. 31. ed. Fabric. fol. 343.

*** *Seneca Nat. Qu.* lib. 7. cap. 3.

Land, das in den ältesten Zeiten wegen seines Reichthums und seiner Kultur berühmt war. Die Flotten Europens, die jährlich das Silber Perus dorthin führen, um es für Gegenstände des Luxus zu vertauschen, haben jenen vermehrt; aber die dem Klima eigene Trägheit hat den Bewohnern dieses Landes nicht erlaubt, den solideren Reichthum zu benutzen, den der aufgeklärte Europäer ihnen so willig darbot. Ein Land, dessen hoher Boden vielleicht jener allgemeinen Ueberschwemmung trotzte, oder doch bald wider austrocknete, wo die warme Sonne jede Bekleidung entbehrlich macht, und wo die üppige Natur alle Bedürfnisse des Lebens im Ueberflus hervorbringt, muste eines der zuerst bewohnten und kultivirten Länder seyn. Von den hohen Bergen Armeniens und Thibets stieg das zweyte Menschengeschlecht in die fruchtbareren Thäler herab, und verbreitete seine Kolonien nach Süden und Norden, nach Westen und Osten. Eine derselben führte ihr glückliches Loos an den Ganges, vielleicht in die Gegend von Benares, von wo sie dem Laufe dieses reizenden Flusses folgten. Hier, wo die gütige Natur allen ihren Wünschen zuvorkam, wo sie fast ohne Arbeit den Hungrigen sättigt, dem leckersten Gaumen Genus giebt, und die höchsten Fodrungen der Fantasie und des Luxus befriedigt, musten alle Leidenschaften, aber auch alle Geisteskräfte ersterben, und Ruhe und Bequemlichkeit der höchste Genus des Lebens seyn. Seit Jahrtausenden sind die Bewohner Indostans auf der nämlichen Stufe der Kultur stehn geblieben, haben die Unschuld und Reinheit ihrer Sitten bewahrt, und sind die leichte Eroberung jedes kriegerischen Volks gewesen. Gleichgültig gegen jede Kultur, die nicht auf die Erreichung größerer Bequemlichkeit abzielt, voll Abscheu gegen jede Neuerung, die ihre Ruhe, das höchste Glück ihres Lebens stören könnte; aber stolz auf die dürftigen Reste der Kenntnisse, in deren Besitze sie einst waren, sehen sie mit Verachtung auf die Europäer herab, deren lebhafte Thätigkeit und unersättlicher Forschungsgeist ihnen indes mit Riesenschritten vorgeeilt ist.

In Indien, wie in Egypten und Babylon, war die Sternkunde nebst allen übrigen Wissenschaften das Eigenthum der Priester. Schon 500 Jahre vor Chr. Geb. verließ Pythagoras sein griechisches Vaterland, um an den Ufern des Ganges von den nackenden Gymnosophisten Weisheit zu lernen; und ihre Nachfolger, die jetzigen Braminen, unterrichten mit großem Selbstgefühl die Europäischen Reisenden in den von ihren Vorfahren ererbten astronomischen Kenntnissen, die sie bewundern, ohne sie zu verstehn. Seit undenklichen Zeiten ist Benares die vornehmste Schule der Braminen, und der dortige Tempel der heiligste Gegenstand ihrer Verehrung. Dorthin wallfahrtet der Bewohner der Halbinsel, um sich in dem heiligen Wasser des Ganges von seinen Sünden rein zu waschen, und sich einen Theil aus der Masse von Kenntnissen zumessen zu lassen, die dort vielleicht seit 5000 Jahren gegen alle Eingriffe des Genies und der Barbarey bewahrt sind. Mehr als 300 Jahre vor Chr. Geb. fand Alexander Indien äußerst bevölkert, und mit 5000 ansehnlichen Städten bebaut *. Die Indischen Jahrbücher rechneten bereits 154 Könige auf, welches ein Alter von mehr als 3000 Jahren vor Chr. Geb beweist **, ein Alter das durch die Zeitrechnung der jetzigen Bewohner Indostans, die wir durch die Bemühungen neuerer Reisenden sehr genau kennen, vollkommen bestätigt wird. Diese Zeitrechnung besteht aus vier Zeitaltern von 1728000, 1296000, 864000, und 432000 Jahren. Dieses letztre ist das, in dem wir jetzt leben, und das Jahr 1762 der christlichen Zeitrechnung war das 4863ste desselben. Die geringe Anzahl Jahre dieses Zeitalters in Vergleichung mit den ungeheuren Zahlen der vorhergehenden, beweist offenbar, daß es auf historischen Gründen beruhet: der Anfang dieses historischen Zeitalters fällt also 3100 Jahre vor Chr. Geb.

---

* *Plin. Nat. Hist.* lib. 6. cap. 17.

** Ebendaselbst.

In diesem langen Zeitraume haben die Indier wahrscheinlich für die Sternkunde nichts gethan, als daß sie die von undenklichen Zeiten ihnen überlieferten Kenntnisse, oder vielmehr die daraus gezogenen Resultate sorgfältig aufbewahrten, ohne sich um den Grund derselben zu bekümmern, ohne durch eigene Beobachtungen oder Untersuchungen der Wissenschaft eine größere Vollkommenheit zu geben. Die heutigen Braminen sind im Besitz verschiedener sehr sinnreicher praktischer Methoden, wonach sie durch bloße Addition, Multiplikation, ꝛc. den Ort der Sonne und des Monds, ihre scheinbare Größe, ja selbst die Finsternisse, mit einer großen Genauigkeit berechnen. Sie haben die Verse, worin diese Regeln verfaßt sind, auswendig gelernt, und rechnen danach ganz mechanisch, ohne die Theorie davon zu wissen, oder wissen zu wollen. Die europäischen Astronomen haben diese mechanischen Regeln mit großer Sorgfalt zergliedert, um die Theorie, worauf sie sich gründen, zu entdecken, und haben gefunden, daß dabey, außer der berühmten Periode von 19 Jahren, welche den Lauf der Sonne und des Monds enthält, noch eine andre Periode, die mit dem Jahr 544 vor Chr. Geb. anfängt, und die Länge des Sonnenjahres von 365 Tagen 5 Stunden und 55 Minuten, zum Grunde liegt; daß ferner die Erfinder dieser Methoden die Unregelmäßigkeit der Sonnenbahn kannten, und derselben eine Periode von 365 Tagen 6 Stunden und 12 Minuten gaben; welches alles eine nicht geringe Kenntnis von der Sonnenbahn beweist. Sie haben eine doppelte Eintheilung des Thierkreises in 27 und in 12 Zeichen: die erstre bezieht sich auf den Mond, der in 27 bis 28 Tagen einen Umlauf am Himmel macht; die letztre bezieht sich auf die 12 Monate des Sonnenjahrs. Sie nehmen, wie wir, einen doppelten Thierkreis an, einen, dessen Lage unbeweglich ist, und einen andern, der sich längs jenem fortschiebt: welches ihre Kenntnis von der Bewegung der Sterne längs der Ekliptik beweist, eine Bewegung, die sie zu 54″ jährlich festgesetzt haben, nur um 3″ bis

Astronomische Kenntnisse der Indier.

4" grösser als nach den neuesten Beobachtungen. Das Sonnenjahr von 365 Tagen 6 Stund. 12½ Min. dessen sie sich bedienen, ist offenbar der Umlauf der Sonne unter den Sternen. Verbindet man hiemit jene Bewegung der Sterne, so folgt daraus die Periode der Jahrszeiten von 365 T. 5 St. 51 Min., welche nur um zwey Minuten grösser ist als unser jetziges Sonnenjahr. Dieses Jahr theilen sie, wie wir, in 12 Monate, aber auf zweyerley Art: sie haben nämlich ein bürgerliches Jahr von 12 Monaten zu 30 Tagen und 5 Schalttagen, und ein astronomisches Jahr, dessen 12 Monate nach der größeren oder geringeren Zeit, welche die Sonne in jedem der 12 Zeichen der Ekliptik zubringt, verschieden sind. Dieser Unterschied, der sich auf 2 Tage 6 Stund. 18 Min. beläuft, ist ein neuer Beweis, daß sie die ungleichförmige Bewegung der Sonne kannten. Um dieselbe zu berechnen, haben sie eine Gleichung der Sonne, die der nach der neueren elliptischen Theorie sehr ähnlich ist, die aber ihrer Einrichtung nach zu beweisen scheint, daß die Tafeln für diese Gleichung 4000 Jahr vor Chr. Geb. berechnet sind. Außer den oben erwähnten Perioden gebrauchen sie noch eine von 60 Jahren, welches ungefähr die Zeit ist, nach der die drey oberen Planeten sich wider in derselben Gegend des Himmels beysammen befinden; und eine andre von 3600 Jahren, welche die berühmte uralte Periode von 600 Jahren für den Lauf der Sonne und des Monds sechsmal in sich begreift. Allein von allen diesen theoretischen Gründen, worauf jene Methoden beruhen, wissen die neuern Braminen nichts. Sie haben keine Idee vom wahren Sonnensystem, und sind so unwissend, daß sie den Mond für entfernter halten als die Sonne. Die merkwürdigen Erscheinungen der Sonnen- und Mond-Finsternisse erklären sie dadurch, daß ein schwarzer Drache auf die Sonne, und ein rother auf den Mond sein Gift speyt. Dieser kindische Aberglaube, den man selbst unter den Amerikanern verbreitet findet, hat vielleicht die von den Arabern zu uns gebrachte Gewohnheit veranlaßt, die

beyden Punkte der Mondbahn, in denen sich die Finsternisse eraugnen, Drachenkopf und Drachenschwanz zu nennen. Selbst die doppelte Eintheilung des Thierkreises wird von den neuern Braminen nur zu astrologischem Aberglauben gebraucht, so wie die Bewegung der Sterne überhaupt: und es ist merkwürdig, daß sie nicht, wie die Chaldäer, den Aufgang der Sterne, sondern ihren Durchgang durch den Meridian im Augenblick der Geburt eines Kindes beobachten, dessen Nativität sie stellen wollen. Mit Mühe findet man unter diesem Wust grober Unwissenheit und sinnlosen Aberglaubens einige dürftige Spuren vernünftigen Nachdenkens, oder Reste der ehemaligen Aufklärung. Ihre Vergleichung der Sterne mit Fischen die im Aether schwimmen, enthält mehr Wahrheit, als sie selbst es ahnen; und wenn es unter den Braminen, wie man sagt, einige giebt, die die Bewegung der Erde annehmen, so hat der Zufall sie in den Besitz eines Edelsteins gesetzt, dessen Werth sie nicht kennen. Daß ihnen die fünf Haupt-Planeten nicht unbekannt sind, beweist allein die Art, wie sie die Wochentage nach denselben benennen, die mit der Egyptischen, und der noch jetzt bey uns gebräuchlichen vollkommen übereinstimmt.

Von ihren Beobachtungs-Methoden und Werkzeugen kennen wir nur den Gnomon, dessen sie sich auf doppelte Art bedienen. Die erste dient ihnen, an jedem Orte eine Mittagslinie zu ziehen, wonach ihre Pagoden nach den vier Weltgenden sehr genau orientirt sind: sie kömmt mit der bekannten Methode überein, der man sich im gemeinen Leben bedient, und beruht auf der Beobachtung zwey gleich langer Schatten vor und nach Mittage. Die andre dient zur Bestimmung der Polhöhe verschiedener Oerter, und ist, obgleich höchst einfach, doch nicht ihre Erfindung, sondern offenbar ein Rest ihrer ältesten Astronomie. Die Beobachtung des kürzesten oder mittägigen Schattens am Tage der Nachtgleiche, und die Vergleichung desselben mit der Höhe des Gnomons, giebt ihnen die Polhöhe, woraus sie für jeden so bestimmten Ort die Länge aller

Tage im Jahr berechnet haben. Bey dieser Tafel liegt der Winkel, den die Sonnenbahn mit dem Aequator macht, von 25 Grad zum Grunde, der jetzt um 1½ Grad kleiner ist. Da aber dieser Winkel mit jedem Jahrhundert abnimt, so beweist die angenommene Größe von 25 Grad ein sehr hohes Alter. Diese unvollkommenen Methoden verdienen kaum den Namen astronomischer Beobachtungen; allein die Resultate, die sich bis auf den heutigen Tag unter den Bewohnern Indostans erhalten haben, zeigen, daß ihre Vorfahren mit den feineren astronomischen Beobachtungen nicht unbekannt waren. Eben dies beweisen die äußerst kleinen Abtheilungen der Zeit, die keinen Nutzen im gemeinen Leben haben, sondern nur zum astronomischen Gebrauch dienen konnten. Noch jetzt theilen die Bramienen auf der Malabarischen Küste den Tag durch verschiedene Unterabtheilungen in Zeit-Theilchen, deren 80 auf eine Sekunde gehn: sie, die nicht im Stande sind, Beobachtungen zu machen, wo es auf einzelne Sekunden ankömmt, theilen die Zeit mit einer Genauigkeit, die selbst für die feinsten europäischen Beobachtungen zu groß ist. Dies sind die einzelnen Buchstaben eines Alphabets, mit denen Kinder spielen, ohne sich dessen bedienen zu können, um den erhabenen Inhalt der von ihren Voreltern ererbten Schriften zu entziffern *.

Astronomie der Chinesen.

Von den großen Völkern der alten Welt ist nun noch eines über: ein Volk das nicht allein das zahlreichste, sondern wenn historische Dokumente hier allein als Beweise gelten sollen, auch das älteste der Welt ist; das, ohne sich je durch große Erfindungen oder glänzende Erobrungen ausgezeichnet zu haben, doch

---

* *Bailly, Traité de l'Astron. Indienne et Orientale. Le Gentil, Mém. sur l'Inde, particul. sur quelques points de l'Astron. des Gentils Tamoults etc.* in den *Mém. de l'Acad. des Scienc. de Paris*, 1772. Part. 2. pag. 169. sqq.

so originelle Züge des Karakters hat, die es nicht allein von allen Völkern der Erde unterscheiden, sondern vielleicht auf immer trennen werden; und das seit beynahe 5000 Jahren fast ununterbrochen das Glück des Friedens genossen, und begünstigt durch seine Lage, ohne kriegerisch zu seyn, seine Unabhängigkeit behauptet hat. Im äußersten Osten der alten Welt liegt das Chinesische Reich, an Größe und Volksmenge Europa fast gleich: ein Reich, das durch seine große Bevölkerung, seinen innern Reichthum, seine Vereinigung unter einem unumschränkten Herren, und durch die mit Gerechtigkeit verbundene strenge Ordnung seiner Regierung, das mächtigste der Erde seyn könnte, wenn es nicht weise genug wäre, lieber das glücklichste seyn zu wollen, und den stillen Genus des Friedens dem rauschenden Glanze der Erobrungen vorzuzichn. Von der gütigen Natur mit allen Bedürfnissen des Lebens versorgt, und mit einem noch schätzbareren Geschenk, einer großen Genügsamkeit, begabt; ohne Neugierde, ohne jenen unruhigen Geist der die Europäer so sehr auszeichnet, lebten die Chinesen seit der Sündflut ruhig in den Gränzen ihres unermeßlichen Reichs, der übrigen Welt unbekannt, bis Wisbegierde, Gewinnsucht, und Erobrungsgeist fremde Völker zu ihnen führte. In den ältesten Zeiten hatten sie nur mit ihren Nachbaren den Indiern Verkehr, und von diesen erfuhren die westlicheren Völker das Daseyn des Vaterlands der Seidenwürmer, ohne mit der Geschichte dieses merkwürdigen Volks bekannt zu werden. Nur seit einigen Jahrhunderten kennen wir dieses große Reich genauer durch die Reisen der Europäer, die Handel und Religions-Eifer in die fernsten Gegenden des Erdbodens führte, und deren unermüdeter Forschungsgeist uns mit der Geschichte und Verfassung des Chinesischen Reichs bekannter gemacht hat, als mit der irgend eines andern Volks der alten Welt. Dem Fleiße der Jesuitischen Missionairs, besonders des Pater Gaubil, der gleich bekannt mit der Sprache der Tataren und Chinesen, und mit der Europäischen Sternkunde, unzählige Chi-

nesische und Tatarische Bücher durchsuchte, verdanken wir eine zusammenhängende, aus lauter authentischen Quellen geschöpfte Geschichte der Chinesischen Astronomie, von den frühesten bis auf die jetzigen Zeiten *. Einer so alten, ununterbrochenen, authentischen Geschichte kann sich kein Volk der Erde rühmen; und es scheint, daß die Chinesen diesen Vorzug nicht ihrem höheren Alter, sondern theils ihrem National-Karakter, theils ihrer National-Verfassung zu danken haben. Die ihnen eigene Ehrfurcht für ihre Vorfahren, und Anhänglichkeit an alte Gebräuche; ihr eiserner Fleis und die Beharrlichkeit, womit sie sich unaufhörlich, ohne zu ermüden, mit demselben Gegenstande beschäftigen; ihr ruhiges Flegma und ihr mäßiger Ehrgeitz, der sie vor Eroberungssucht und innern Revolutionen schützte; ihre Kultur und wohleingerichtete Staatsverfassung, die verursachte, daß die wenigen Eroberer, von denen sie in so vielen Jahrtausenden beunruhiget wurden, sie entweder ungestört bey ihrer Verfassung ließen, wie Dschingis-Chan und Timur, oder, wie die Mandshu, selbst ihre Sitten und Gebräuche annahmen: alles dies muste die Erhaltung ihrer historischen Denkmäler bewirken. Was aber mehr als alles andre dazu beytrug, war ein von den ältesten Zeiten errichtetes Tribunal für die Geschichte und Astronomie, wo alle Dokumente und Beobachtungen unter dem Schutze der Regierung aufbewahrt wurden. Zwar erlitt ihre wissenschaftliche Kultur in der Mitte des dritten Jahrhunderts vor Chr. Geb. einen großen Verlust durch den Befehl des Kayfers Schihoangti, alle Bücher, die nicht medizinischen, astrologischen, oder ökonomischen Inhalts wären, zu verbrennen; und es ist kein Zweifel, daß eine große Menge historischer Daten und astronomischer Beobachtungen dadurch verloren gegangen sind. Allein es läst sich denken, daß dieser Befehl in einem so ungeheuren Reiche nicht strenge ausgeführt

* S. *Observations mathem. astron. etc. redigées et publiées par le P. Societ.*

werden konnte; daß ein Volk welches so sehr an alten Gebräuchen hängt, tausend Mittel gefunden haben wird, einem so ungereimten Gesetze auszuweichen; und daß wenigstens die in den übrigen Büchern, besonders den astrologischen, enthaltenen Beobachtungen gerettet wurden: um so mehr, da schon der nächste Nachfolger dieses barbarischen Kayserś, Lieu Pang, die Wissenschaften aus ihrem Verfall wider hervorzog, das mathematische Tribunal wider einsetzte, und schon im Stande war, den Kalender in Ordnung zu bringen. In der That beweisen die aus jener früheren Zeit noch vorhandenen zusammen hängenden Erzählungen historischer Begebenheiten und astronomischer Beobachtungen, die wegen ihrer Harmonie mit der Weltgeschichte und den astronomischen Rechnungen unmöglich erdichtet seyn können, daß dies wirklich der Fall gewesen ist.

Diese Geschichte lehrt uns nun, daß die Chinesen fast seit 5000 Jahren den Himmel ununterbrochen beobachtet, und die Sternkunde als die erste aller Wissenschaften verehrt haben; daß sie aber demohnerachtet weder in der Theorie noch in der Beobachtungskunst eine große Höhe erreicht haben. So wie wir im benachbarten Indostan ein Volk gefunden haben, das im Besitz einer Menge der wichtigsten astronomischen Resultate ist, ohne selbst zu beobachten: so sehen wir hier ein Volk, das immerfort beobachtet, ohne Resultate aus seinen Beobachtungen zu ziehen. Aber so wie sich jene Erscheinung aus der dem Indischen Klima eigenen Trägheit erklären läst, so liegt auch von dieser der Grund im Karakter der Chinesen. Diesem Volke fehlt es, bey vielem gesunden Menschen-Verstande und nicht geringen Talenten, gänzlich an dem Genie der Erfindung: dieselbe Anhänglichkeit an alte Verfassungen, der sie die Erhaltung ihrer alten Astronomie verdanken, erlaubt es ihnen nicht, sie zu verbessern: durch die lange strenge Regierung hat sich ihrer ein sklavischer Geist bemächtigt, der die vom Despotismus vorgeschriebenen Regeln als die Richtschnur aller Handlungen und Gedanken verehrt, und die Philosophie verabscheut, weil

sie Gefahr bringt, sich von jenen Regeln zu verirren. Hiezu kam vielleicht noch der Umstand, daß jeder Präsident des mathematischen Tribunals sich durch Einführung eines neuen astronomischen Systems, oder vielmehr einer neuen Rechnungs-Methode, einen Namen zu machen suchte, und statt den von seinen Vorgängern angefangenen Bau fortzusetzen, einen neuen Grund legte, den sein Nachfolger unbenutzt ließ. Wiewol wir indes bey diesem Volke keine großen Erfindungen, keine feinen Beobachtungen, keine hellen oder erhabenen philosophischen Ideen über die Einrichtung des Weltbaus erwarten dürfen: so finden wir doch mit Vergnügen, daß sie, zwar mit langsamen, aber mit sicherem Schritte, von Jahrhundert zu Jahrhundert ihre Beobachtungen vollkommener zu machen gesucht, ihre Rechnungs-Methoden berichtigt, und die wichtigsten Fundamental-Wahrheiten der Astronomie nach und nach entdeckt haben; und daß, wenn sie gleich in vier bis fünf Jahrtausenden lange nicht so weit gekommen sind, als die Griechen und die neuern Europäer in wenigeren Jahrhunderten, sie doch auch nie einen Schritt zurück gethan haben.

Alter der Chinesischen Beobachtungen.

Die älteste astronomische Beobachtung, von der eine Nachricht bis zu uns gekommen ist, ist die nach den Chinesischen Jahrbüchern im 25sten Jahrhundert vor Chr. Geb. gemachte Beobachtung aller fünf Planeten in derselben Gegend des Himmels, an einem Tage da zugleich Sonne und Mond in Konjunktion waren. Die von neuern Astronomen angestellten Rechnungen beweisen, daß wirklich im Jahr 2449, Saturn, Jupiter, Mars, und Merkur, am Tage des Neumonds nur einige Grade von einander standen, und daß sich zugleich Venus sehr nahe bey der Sonne befand. Die historische Wahrheit dieser uralten Beobachtung ist also außer Zweifel gesetzt, da es gewis ist, daß die Chinesen, die bey ihrer unvollkommenen astronomischen Kenntnis nicht im Stande waren, Finsternisse ein Jahr vorher zu berechnen, noch weniger auf Jahrtausende zurück den Ort aller Planeten mit solcher Genauigkeit berechnen, oder jene

Beobachtung erdichten konnten. Eben so gut trifft mit den neuern Rechnungen eine Sonnenfinsternis überein, die sie im Jahr 2155 vor Chr. Geb. am Tage der Herbst-Nachtgleiche beobachtet haben: und das Kayserliche Dekret ist noch vorhanden, wodurch zwey Astronomen zum Tode verurtheilt wurden, weil sie vor dieser Finsternis nicht gewarnt hatten. Die dritte alte Chinesische Beobachtung ist eine Sonnenfinsternis vom Jahr 776, also noch um ein halbes Jahrhundert älter als die älteste Chaldäische Beobachtung, die Ptolemäus erwähnt. Außer diesen haben die Jesuiten vierzehn von den Chinesen beobachtete Sonnenfinsternisse berechnet und richtig befunden. Man wird hieraus die Bemerkung machen, daß der vornehmste Gegenstand der Chinesischen Beobachtungen, wenigstens der einzige der ihnen wichtig schien, die Sonnenfinsternisse waren, da hingegen die Chaldäer sich bloß mit den Mondfinsternissen beschäftigten: den sinnlichen Chinesen, die beobachteten, ohne Resultate daraus zu ziehn, war das schöne Schauspiel der Sonnenfinsternisse interessanter; die Chaldäer aber, die eine Theorie auf ihre Beobachtungen gründen wollten, bemerkten bald, daß die Finsternisse des Monds besser mit den Rechnungen übereinstimmten als die der Sonne. Späterhin beschäftigten sich die Chinesen auch vorzüglich mit dem Jupiter; aber von 21 Bedeckungen dieses Planeten die sie beobachtet haben, ist keine älter als vom Jahr 73 der christlichen Zeitrechnung.

Das eigentliche historische Zeitalter der Chinesischen Astronomie fängt mit dem Kayser Yao im Jahr 2357 vor Chr. Geb. an, den die Chinesen als den Stifter ihrer Astronomie ansehen, und dem die Geschichte die wichtigsten Erfindungen in der Sternkunde zuschreibt, welche beweisen, daß diese Wissenschaft schon lange vorher dort bekannt gewesen war. Ihm wird die Eintheilung des Thierkreises in 28 Zeichen nach dem Laufe des Monds, und eine Methode, die Oerter der Sterne zu berechnen, zugeschrieben. Er ließ eine Karte vom Chinesi-

chen Reiche verfertigen, führte das Monden-Jahr von 354 Tagen oder 12 Monaten ein, die abwechselnd von 30 und 29 Tagen waren. Weil ihnen aber schon damals das Sonnen-Jahr von $365\frac{1}{4}$ Tagen bekannt war, so ward von Zeit zu Zeit, wenn die Sonne zu weit zurück blieb, ein Monat eingeschoben. Dieser aufgeklärte Monarch befahl seinen Astronomen, den Lauf der Sonne und des Monds fleißig zu beobachten, und daraus für das Volk einen Unterricht über die bevorstehenden Jahrszeiten zu entwerfen: also schon in jenem grauen Alterthum hatte dieses Volk Kalender. Dieses hohe Alter ihrer Astronomie wird durch mehrere Gründe bestätigt. Ihre politische Geschichte wird in Perioden von 60 Jahren getheilt, und das Jahr 1723 unsrer Zeitrechnung war das 40ste der 74sten Periode, oder das 4420ste vom Ursprunge der ersten Periode, der dem Kayser Hoang Ti, dem Enkel Fohi's, des Stifters des Chinesischen Reichs zugeschrieben wird: diese Periode fing also 2696 Jahre vor Chr. Geb. an.

Ungefähr 2000 Jahre ward die Sternkunde von den Chinesen mit gleichem Eifer kultivirt. Aber 480 Jahre vor Chr. Geb. starb der große Kongfutzee, von dem wir die letzten Beobachtungen von Sonnenfinsternissen aus diesem Zeitraum haben; und mit ihm sank die Wissenschaft in das Grab. Fast 300 Jahre vergingen unter innern Unruhen und Kriegen, durch welche die Musen verscheucht wurden. Mit dem Jahr 206 vor Chr. Geb. ging eine neue Morgenröthe für die Wissenschaften auf. Hier fängt eine neue hellere Epoke für die politische und astronomische Geschichte an *, und die Sternkunde blühte nun nochmals, fast ununterbrochen 2000 Jahre unter

* Ich darf nicht verschweigen, daß der gröste Kenner der alten und der Asiatischen Geschichte diese Epoke für den Anfang des historischen Zeitalters des Chinesischen Reichs annimt, und alle frühere Geschichte in das fabelhafte Zeitalter verweist (S. Schlözers Vorstellung der Universal-Historie. 2te Aufl. S. 131). Ich fühle ganz das Gewicht dieser Autorität, glaube aber, daß sie mehr ge-

diesem Volke. Noch jetzt sind astronomische Schriften aus diesem Zeitalter vorhanden, aus denen wir sehen, daß die Chinesen vor 2000 Jahren eine gute Kenntnis von der gleichförmigen Bewegung der Sonne und des Monds, und von der Länge der verschiedenen Umläufe des Monds und der Planeten hatten; daß sie sich gleich den Indiern des Gnomons bedienten, um durch den Schatten die Entfernung der Sonne vom Aequator und die Mittagslinie zu bestimmen, nach welcher sie ihre Pagoden orientirten; daß sie Verzeichnisse der Fixsterne hatten, worin die Gränze jedes Sternbilds, die Entfernung der Sterne vom Aequator, und die Sterne angemerkt waren, welche sich in den Punkten der Nachtgleichen und der Sonnenwenden befanden. Hundert Jahre vor Christi Geburt machten sie eine wichtige Erfindung in der Astronomie. Bisher hatten sie bloß aus der vermittelst des Gnomons gemessenen Mittagshöhe der Sonne ihre Entfernung vom Aequator hergeleitet; nun aber fingen sie an, die Zeit des Durchgangs der Sonne durch den Meridian vermittelst der Wasser-Uhren zu bestimmen, und daraus den Stern oder den Punkt des Aequators zu berechnen, der mit der Sonne zugleich im Meridian war. Allein zu eben dieser Zeit, die man als die Epoke der Erneuerung ihrer Astronomie ansehen kann, wusten sie noch nichts von der ungleichförmigen Bewegung der Sonne; doch sieht man, wie sich seit dieser Epoke eine astronomische Wahrheit nach der andern bey ihnen entwickelt. Im Jahr 164 nach Chr. Geb. verfertigte einer ihrer Astronomen einen Katalog von 2500 Sternen. Im dritten Jahrhundert machten sie viele wichtige Entdeckungen. Sie fanden die erste große Korrektion oder Gleichung der Bewegung des Monds, und richtigere Grundsätze zur Berechnung

Ihre astronomischen Kenntnisse.

---

gen die politische als gegen die astronomische Geschichte entscheidet. Eine einzelne, aus den Trümmern historischer Denkmale gerettete astronomische Beobachtung beweist mehr für den Zustand der Sternkunde bey einem Volke, als einzelne historische Fakta für seinen politischen Zustand.

der Finsternisse. Sie bemerkten, daß das Sonnenjahr kleiner als 365 Tage 6 Stunden sey, und daß die Fixsterne eine gemeinschaftliche Bewegung hätten, die sie aber um die Hälfte zu groß annahmen. In der Mitte des fünften Jahrhunderts entdeckten sie, daß der Polar-Stern nicht, wie sie bisher geglaubt hatten, im Pol selbst liege, sondern gleich allen andern Sternen einen Umlauf um den Pol mache; und hundert Jahre nachher bemerkten sie, daß der Mond seine Entfernung von der Erde periodisch ändere, und lernten die Berechnung vom Anfange und Ende der Finsternisse. Am Ende des siebenten Jahrhunderts veranlaßten die Unordnungen, die sich in das Kalender-Wesen eingeschlichen hatten, daß der Astronom Y-Hang an den Hof berufen ward. Dieser einsichtsvolle Mann ließ Himmelskugeln, Astrolabien, Armillar-Sphären, und andre astronomische Werkzeuge von ansehnlicher Größe verfertigen, die Polhöhe der meisten Städte des Reichs durch den Gnomon bestimmen, und einen Grad der Erde ausmessen: er schickte Astronomen in alle Provinzen des Reichs, um durch die Beobachtung der Mondfinsternisse die Länge der Oerter zu bestimmen; und besonders in die südlichen Provinzen, um die südlichen Sterne zu beobachten: er beschäftigte sich mit der Jupiters-Bahn, und verfertigte eine künstliche Maschine, die den Lauf der Planeten darstellte. Wie unvollkommen aber ihre astronomische Theorie noch zu eben der Zeit war, da sie mit solchem Eifer und mit so vernünftiger Wahl den Himmel beobachteten, sieht man daraus, daß eine Sonnenfinsternis, die eben dieser Astronom berechnet und im ganzen Reiche vorher bekannt gemacht hatte, nicht eintraf.

Unter Dschinkis-Chan und seinen Nachfolgern im

IZten Jahrhundert erhielt die Astronomie der Chinesen eine ganz neue Gestalt. Sie lernten durch ihre Mogolischen Eroberer die besseren Methoden der Araber kennen, und nahmen sie eben so willig an, wie 400 Jahre später die Europäischen. Von den Arabern lernten sie die Bestimmung der Punkte, wo

die Planeten die Sonnenbahn durchschneiden, wo sie der Erde am nächsten und wo sie am weitsten von ihr entfernt sind. Sie bestimmten den Winkel, den die Sonnenbahn mit dem Aequator macht, mit großer Genauigkeit. Sie beobachteten die Sonnenwenden, und fanden aus der Vergleichung mit älteren Beobachtungen die Länge des Sonnenjahrs sehr genau.

In der letztern Hälfte des 14ten Jahrhunderts wurden die ausgearteten Nachkommen Dschenkis-Chans vom Throne gestoßen, und die zulezt vernachläßigte Sternkunde erhielt ihre Rechte wider. Bald nachher geriet sie nochmals in Verfall, bis am Ende des 16ten Jahrhunderts, mit dem Eintrit der Jesuiten in jenen Welttheil, eine ganz neue Epoke für die Chinesische Astronomie anfing. Die Verwirrung die eben damals im Chinesischen Kalender eingerissen war, die unverzeyhlichen Widersprüche zwischen ihren Rechnungen und der Erfahrung, und die in die Augen fallende Vollkommenheit der Europäischen Rechnungen, Beobachtungen, und Werkzeuge, gaben den Missionairs Gelegenheit, ihre Ueberlegenheit fühlen zu lassen: und es läst sich begreifen, daß Jesuiten diese Gelegenheit nicht unbenutzt ließen. Die Mandshu' Kayser von China huldigten der Europäischen Aufklärung, und setzten die Jesuiten an die Spitze des Mathematischen Tribunals, die diesem wichtigen Amte mit aller der Treue und Thätigkeit vorgestanden haben, die man da von ihnen erwarten kann, wo die Ausbreitung des christlichen Glaubens und die Ehre ihres Ordens so sehr interessirt ist. Seit zwey Jahrhunderten sind die Präsidenten des Mathematischen Tribunals in Peking immer Jesuiten gewesen, und sie haben diese Zeit mit dem glücklichsten Erfolge angewandt, die Europäischen Kenntnisse und Erfindungen dort einzuführen, den Kalender der Chinesen zu reformiren, die Beobachtungs-Methoden zu verbessern, und durch eine Menge in der Landes-Sprache herausgegebener Schriften die Europäische Sternkunde unter der Nation zu verbreiten. Peking besitzt jetzt eine Sternwarte, die mit

Europäischen Instrumenten versehen ist; und wenn nicht, wie es schon einmal der Fall war, unzeitige Bekehrungssucht die Eifersucht der Regierung reitzt, so darf man hoffen, daß im östlichsten Asien die Wissenschaften, die der westliche Europäer erfand, immer mehr Eingang finden, und sich mit der Zeit, von den beyden Enden der alten Welt, auch über die zwischen ihnen liegenden Länder ausbreiten werden.

Astronomie der Griechen.

Wir haben nun den Zustand der Sternkunde bey den grösten und gebildetsten Völkern des Alterthums kennen gelernt, und wir betreten jetzt den klassischen Boden Griechenlands. Dieses kleine Land, das längst unter dem eisernen Joche des Türkischen Despotismus seufzet, war einst von einem Volke bewohnt, das durch seine Schicksale, seinen Karakter, seine Bildung, seine Sprache, und seine Werke, noch immer den ersten Rang unter den Völkern der Erde behauptet. Die südlichste Spitze vom östlichen Europa ward vor 3600 Jahren von Wilden bewohnt, die als Jäger oder Hirten, die Wälder des Olymps, die Berge Arkadiens, die fruchtbaren Ebnen Thessaliens, und die lachenden Thäler von Argos durchstreiften, und deren vornehmste Stämme unter dem Namen Pelasger und Hellenen bekannt sind. Egyptische und Phönizische Kolonien brachten ihnen ungefähr 300 Jahre nachher den ersten Samen der Kultur, gründeten Athen, Argos, und Theben, machten die Hellenen mit der Buchstaben-Schrift, den Künsten des Ackerbaus, und dem Gebrauch der Metalle bekannt, und nahmen dagegen die wohlklingendere und schönere Sprache der Griechen an. Das Beyspiel der Phönizier, der grösten Handelsleute und Seefahrer der alten Welt, und die günstige Lage ihres fast von allen Seiten mit der See und unzähligen Inseln umgebenen Landes, gab diesem lebhaften Volke einen Hang zum Reisen, der es vor allen andern Völ-

kern des Alterthums auszeichnet. Mit den Griechischen Kolonien ward ihre Sprache, ihr Forschungsgeist, und ihr republikanischer Sinn, über die Inseln des Jonischen und Mittelländischen Meers, über Thrazien, Italien, und Klein-Asien verbreitet. Der Bund der Amphiktyonen, den gemeinschaftliche Sicherheit nothwendig machte, und die Olympischen Spiele, durch frommen aber wohlthätigen Aberglauben geheiligt, knüpften zuerst ein politisches und religiöses Band zwischen den einzelnen und mehrentheils feindseligen Stämmen, in welche Griechenland getheilt war, und gaben den rohen Kriegern Sinn für Gerechtigkeit, Menschlichkeit, und Gemeingeist, für Ordnung und bürgerliche Verfassung, für feinere Bildung und die stillen Tugenden des häuslichen Lebens. Die nächsten Früchte dieser Verbindung waren die Sitten des heroischen Zeitalters, der Zug der Argonauten, und der Trojanische Krieg. Mit dieser Epoke, 1200 Jahre vor Chr. Geb. fangen die Griechen an, eine Rolle in der Völkergeschichte zu spielen, sie treten in nähere Bekanntschaft und Verbindung mit den übrigen Nationen, nehmen nach und nach an allen Welthändeln Theil; und neue Kolonien, besonders von der Jonischen Race, verbreiten die Griechische Sprache und Sitten über die ganze damals bekannte Welt. Rom erhielt seine erste Kultur von den Pelasgischen Kolonien in Groß-Griechenland, dem jetzigen Neapel und Sizilien, erbat sich von dem blühenden Athen Gesetze, und behandelte selbst das überwundene Griechenland, dem es seine ganze Bildung und Gelehrsamkeit verdankte, mit Schonung und Ehrfurcht *. Auch von uns erfodert die Dankbarkeit das Geständnis, daß die Gesetze, Künste, und Wissenschaften, die Rom

---

* Diese Behandlung empfielt der jüngere Plinius dem Maximus, da er als Gouverneur nach Griechenland reiste, in der schönen Stelle, *Epist.* lib. 8. ep. 24. „Cogita te missum in Graeciam, „ubi humanitas et literae inventae esse creduntur, missum ad ho„mines, qui jus a natura datum virtute et meritis tenuerunt. „Reverere gloriam veterem, et hanc ipsam senectutem. — Habe

von Griechenland erhalten hatte, dem neueren Europa seine jetzige Bildung gegeben haben; und daß alles, was wir von der alten Geschichte, so wie von dem Zustande der Wissenschaften überhaupt, und der Astronomie insbesondre, in jenen Zeiten wissen, durch die Griechischen Schriftsteller zu uns gekommen ist.

Dieses Volk, das die grösten Feldherren, Geschichtschreiber, Dichter, Redner, Philosophen, Mathematiker, Bildhauer, und Zeichner hervorgebracht hat, und von dem man sagen kann, daß alle diese Künste und Wissenschaften, so fern sie diese Namen wirklich verdienen, sein Werk waren, hat doch wenige oder gar keine von jenen großen Erfindungen gemacht, die einen unmittelbareren Einflus auf das Wohl der Menschheit haben; und konnte sie nicht machen, weil es sie schon gemacht fand. Assyrier, Phönizier und Egyptier waren bereits mächtige und gebildete Staaten, hatten folglich jene Erfindungen schon gemacht, als Griechenland aus dem Stande der Wildheit heraustrat. Fremde Ankömmlinge aus diesen Ländern erweckten die Griechen aus ihrer Barbarey, und theilten ihnen die wichtigsten dieser Erfindungen mit. Der Zug der Argonauten und der Trojanische Krieg machte die Griechen mit den gebildeten Völkern Asiens bekannt; und diese ersten Versuche ihrer Kräfte reizten ihre Neugierde, und erweckten in ihnen einen Hang zum Reisen und einen Geschmack an ausländischen Kenntnissen, der sie unter allen Völkern des Alterthums karakterisirte, und der, verbunden mit ihrem angeborenen Genie und philosophischen Geiste, mehr als alles andre zu dem hohen Grade von Kultur beytrug, den sie so schnell erreichten. Egypten und Asien waren, während eines Zeitraums von mehr als 1000

„ante oculos, hanc esse terram, quae nobis miserit jura, quae „leges petentibus dederit, Athenas esse, quas adeas, Lacedae„monem esse, quam regas, quibus reliquam umbram, et resi„duum libertatis nomen eripere durum, ferum, barbarumque „est. u. s. w.

Jahren, die Lehrer Griechenlands, und alle Griechischen Weltweisen, die ihr Vaterland mit neuen Entdeckungen und Kenntnissen bereicherten, hatten dieselben von ihren Reisen aus Egypten, Babylon, und Indien zurück gebracht. Die Bruchstücke, die wir oben von der Sternkunde bey jenen Völkern gesammelt haben, werden daher durch die Geschichte der Griechischen Astronomie ergänzt werden.

Man kann diese Geschichte füglich in drey Perioden eintheilen: die erste begreift die Zeit von den Argonauten bis auf Thales (1260 bis 600 vor Chr. Geb.); die zweyte erstreckt sich von Thales bis zur Alexandrinischen Schule (300 vor Chr. Geb.); die dritte enthält die Fortschritte dieser Schule bis zu ihrem Untergange (fast 1000 Jahre). Im ersten Zeitraume erhielten die Griechen von den Egyptiern einige wenige astronomische Kenntnisse; allein, ohne selbst Astronomen zu werden, begnügten sie sich mit denjenigen Resultaten dieser Wissenschaft, die ein Ackerbau treibendes Volk zu seinen ökonomischen Arbeiten unumgänglich bedarf. In der zweyten Periode beschäftigten sie sich mit allen Theilen der theoretischen Astronomie, betrachteten sie aber bloß als Gegenstand philosophischer Spekulationen. Sie kannten noch nicht den Nutzen der Beobachtungen, auf die allein die Sternkunde gegründet werden muß, beobachteten daher selbst wenig, und befriedigten ihre Wißbegierde durch eine Menge von Hypothesen, die sie am Nil, am Eufrat, und am Ganges sammelten. In der dritten Periode endlich wurden sie wahre Astronomen. Die Alexandrinischen Griechen verließen die Hypothesen, studirten die Natur, und gründeten auf eigenen Beobachtungen, verbunden mit den ältern Babylonischen, ein vollständiges System der Astronomie.

Zug der Argonauten.

Als die Argonauten es wagten, die Küsten zu verlassen, der Leitung der Sterne sich anzuvertrauen, und das stürmische schwarze Meer zu durchsegeln, musten sie entweder schon eine richtige Kenntnis von der täglichen Bewegung der Sphäre und

der Lage der Gestirne haben, oder, welches wahrscheinlicher ist, sie ließen sich von Phönizischen Piloten führen. In jedem Falle hatten sie nun selbst eine Erfahrung gemacht von dem nützlichen Einflus der Sternkunde auf Schiffahrt und Handel; und die berühmte Tochter des Königs von Kolchis, Medea, eine Prinzessin von Egyptischer Abkunft, erwarb sich wahrscheinlich durch die neuen unbegreiflichen Kenntnisse, die sie mit nach Griechenland brachte, den Namen einer Zauberin. Diese Reise, und die dadurch eröffnete neue Bekanntschaft mit dem Auslande, hatte für Griechenland die wichtigsten Folgen. Die Sterne wurden in Gruppen oder Sternbilder geordnet, und die Benennung, die sie erhielten, überlieferte der Nachwelt die Geschichte des Argonauten-Zuges. Das Monden-Jahr ward eingeführt, und man suchte die jährliche Bewegung der Sonne damit zu verbinden, indem man von Zeit zu Zeit einen Monat einschaltete. Das periodische Erscheinen der vornehmsten Sterne war das Zeitmaaß, wonach sie ihre Feldarbeiten einrichteten, und ökonomische Kalender verfertigten, die noch vorhanden sind, und deren Widersprüche und Unvollkommenheiten ein redender Beweis von der damaligen Unwissenheit der Griechen in der Sternkunde sind. Ohne selbst Beobachtungen zu machen, legten sie die von den Egyptiern zu verschiedenen Zeiten gemachten zum Grunde, und wandten sie auf ein Klima und eine Zeit an, für welche sie nicht pasten. Die älteste Reliqvie der Griechischen Astronomie ist eine Beschreibung der Gestirne, die eine Lage der Sphäre voraussetzt, wie sie 12 oder 13 Jahrhunderte vor Chr. Geb. war, die also wahrscheinlich zwischen dem Argonauten-Zuge und dem Trojanischen Kriege gemacht, und von Egypten oder Babylon nach Griechenland gekommen ist. Homer und Hesiod sind die einzigen Schriftsteller aus diesem Zeitraum, die uns einen Begrif von der damaligen Sternkunde der Griechen geben, welche bloß in der Benennung der Gestirne und ihrer Anwendung auf die Schiffahrt, ferner in der Einrichtung der ökonomischen Arbeiten nach

den periodischen Erscheinungen der Sterne bestand. Beyde Dichter nennen die vornehmsten Sterne *. Homer sagt ausdrücklich, daß Ulysses den Lauf seines Schifs nach den Sternen gerichtet habe **, und Hesiod zeigt ausführlich, wie die Sterne zum ökonomischen Gebrauche dienen können, wie man z. B. sich nach dem Auf- und Untergange der Plejaden zu richten habe, um zu rechter Zeit zu pflügen, zu erndten, ꝛc. ***. Allein das wichtigste Faktum aus dieser Periode ist die ungefähr 800 Jahre vor Chr. Geb. gegründete Aera der Olympiaden, die nicht allein beweist, daß die Griechen schon damals einige Kenntnis vom Sonnenjahre hatten, sondern sie zugleich veranlaste, genauere Untersuchungen über die Länge des Jahrs, und über den Zusammenhang des Sonnen- und Mond-Jahrs anzustellen.

Jonische Schule.

Die Jonischen Griechen in Klein-Asien waren die ersten, die die Sternkunde als eine Wissenschaft behandelten: und es vergingen mehr als hundert Jahre, ehr diese Wissenschaft und die Philosophie überhaupt von Asien nach Athen verpflanzt ward. Thales aus Milet, der erste der sieben Weisen Griechenlands und der Stifter der Jonischen Schule, und durch sie der Griechischen Philosophie überhaupt, kann zugleich als der Stifter der Griechischen Astronomie angesehen werden, und mit ihm (600 J. vor Chr. Geb.) fängt eine ununterbrochene Reihe Griechischer Astronomen an, deren jeder eine neue Wahrheit entdeckte, oder vielmehr aus fremden Ländern auf Griechischen Boden verpflanzte. Thales brachte den gröften Theil seines Lebens auf Reisen zu, und ging erst im hohen Alter nach Egypten, wo er seinen Lehrern, den Priestern, den ersten Beweis von Griechischem Genie gab, indem er ihnen lehrte, die Höhen ihrer Pyramiden durch die Länge des Schattens zu messen. Bereichert mit astronomischen Kennt-

---

* *Homer. Iliad.* Σ. vers. 486—488. *Hesiod. Op. et Dies.* lib. 2.

** *Odyss.* E. vers. 270—274.

*** Ebendaselbst.

nissen kehrte er nach Milet zurück, und beschloß sein Leben in philosophischer Ruhe. Die wichtigsten Kenntnisse, die Griechenland von ihm lernte, waren die Kugel-Gestalt der Erde, die richtige Erklärung der Monds-Gestalten und der Finsternisse, die Eintheilung der Sphäre in ihre fünf Zonen, die Länge des Jahrs von 365 Tagen, und die scheinbare Größe der Sonne. Im Jahr 585 sagte er, vermuthlich durch Hülfe einer Egyptischen Monds-Periode, eine Sonnen-Finsternis voraus, die während einer Schlacht zwischen den Mediern und Lydiern eintraf *. Von den Schriften und Beobachtungen dieses ältesten Griechischen Astronomen ist nichts zu uns gekommen. Die berühmtesten seiner Nachfolger, als Vorsteher der Jonischen Schule, waren Anaximander, Anaximenes, und Anaxagoras. Der erste lehrte, daß die Sonne eine Feuermasse größer als die Erde sey, von der der Mond sein Licht erhalte, und verfertigte geographische Karten, eine Sphäre, Sonnen-Uhr, und Gnomon. Der letztre widmete sein ganzes Leben der Sternkunde, und gab denen, die ihm Gleichgültigkeit gegen sein Vaterland vorwarfen, die schöne Antwort: „Wie! nehme ich nicht genug Theil daran?“ indem er gen Himmel zeigte. Die vorhin angeführten Lehren der Jonischen Schule vermehrte er mit einigen, die ihm eigen waren und seinen Scharfsinn beweisen: unter andern, daß der Mond gleich der Erde bewohnt, und mit Bergen, Thälern und Seen bedeckt sey. Eine Schrift, worin er die wahre Ursache der Mondfinsternisse öffentlich lehrte, zog ihm von den Athenienssischen Demagogen eine Verfolgung zu: er ward, wie Sokrates, des Atheismus beschuldigt, in den Kerker geworfen, und nur mit Mühe von seinem Freunde und Schüler Perikles gerettet. Sokrates beym Xenophon ** warnt vor dem Studium der Astronomie, weil man Gefahr laufe, so stolz zu

---

* *Herodot. in Clio.* cap. 74.

** *Memorabil.* lib. 4. cap. 7. §. 6.

werden, wie Anaxagoras auf seine Erklärung der Maschinen der Götter. Perikles zeigte sich eines solchen Lehrers würdig, da er den Athenienſern ihren Schrecken über eine totale Sonnenfinsternis im Jahr 431 vor Chr. Geb. durch die Erklärung der wahren Ursache derselben benahm *. Mit des Anaxagoras Nachfolger Archelaus endigte die Jonische Schule: sein Schüler, der berühmte Sokrates, führte eine neue Philosophie in Griechenland ein, die nicht weniger auf das Wohl der Menschheit wirkte.

Pythagoräische Schule.

Aber schon mehr als hundert Jahre vorher war im südlichen Italien eine Sekte entstanden, die eine neue Masse astronomischer Kenntnisse in Umlauf brachte. Pythagoras, ein Schüler Thales, der gleich seinem Lehrer den grösten Theil seines Lebens mit Reisen zubrachte, viele Jahre mit den Egyptischen Priestern in der grösten Vertraulichkeit lebte, in ihren Mysterien eingeweyhet ward, nach Babylon und selbst bis an den Ganges ging, um seinen Durst nach Kenntnissen zu stillen, stiftete diese Schule in der Tarentinischen Stadt Kroton. Dieser große aber räthselhafte Mann hinterließ keine Schriften, und machte selbst bey seinen Lebzeiten ein Geheimnis aus seinen Lehren, die daher nur durch seine Schüler, wahrscheinlich nicht in ihrer ganzen Reinheit zu uns gelangt sind. Die Pythagoräische Schule hat sich besonders durch folgende Lehren, in denen das wahre Weltsystem enthalten ist, einen unsterblichen Ruhm erworben. „Die Erde, Sonne, und andern Weltkörper sind Kugeln; die Erde ist auf ihrer ganzen krummen „Oberfläche bewohnt, und jeder Ort hat seine Antipoden; „Venus ist bald Morgen- bald Abend-Stern“; eine Lehre, deren Egyptische Abkunft man nicht verkennen kann. Einige Pythagoräer, wie Niceta s **, lehrten nur die tägliche

---

* *Valer. Max.* lib. 8 cap. 11.

** *Cicero, Quaest. Acad.* lib. 4. cap. 39.

Umdrehung der Erde um ihre Axe; andre, z. B. Philolaus * und Aristarch **, nahmen auch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne an. Es wäre unbegreiflich, wenn die Pythagoräer, nachdem sie durch die Bewegung der Erde das wichtigste Hindernis aus dem Wege geräumt hatten, nicht den weit leichteren Schritt gethan hätten, auch die übrigen Planeten um die Sonne laufen zu lassen. Zwar haben wir hievon keinen historischen Beweis; vielleicht aber liegt diese Lehre versteckt in dem Pythagoräischen Symbol der Sonne: Apoll, der auf einer siebensaitigen Leyer spielt, bedeutete dann die Sonne, welche die sechs Planeten und den Mond in Bewegung sezt und regiert. Wir können hieran um so weniger zweifeln, da sie so richtige Gedanken über die andern Weltkörper hatten, z. B. daß alle Fixsterne Sonnen wären, und der Mond gleich der Erde bewohnt sey ***; daß endlich selbst die Kometen, von gleichem Alter mit den übrigen Himmelskörpern, um die Sonne liefen, aber uns wegen der Lage ihrer Bahnen nur in einem Ende derselben sichtbar werden könnten ****. Seneka ***** nimt diese erhabenen Ideen mit einer Art von Begeistrung an, und sieht im prophetischen Geiste die Zeit voraus, wo man die Kometen-Bahnen berechnen und sich wundern werde, daß so klare Wahrheiten einst unbekannt seyn konnten. Die Pythagoräische Lehre, daß die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne ein Konzert machten, dessen Töne zu stark für unser Ohr, und daher unhörbar wären, ist wahrscheinlich entstellt, und ihr wahrer Sinn läst sich leicht errathen. Pythagoras war der Erfinder der mathematischen Theorie der Musik, und suchte das Verhältnis der sieben Töne in der Entfernung der sieben Planeten wider. Es war

---

* *Diog. Laert.* in Philolao. *Plutarch. de Plac. Philos.* lib. 3. cap. 13.

** *Archimedes in Arenario*, im Anfange.

*** *Plutarch. de Plac. Phil.* lib. 2. cap. 13. 30.

**** *Aristot. Meteor.* lib. 1. cap. 6.

***** *Quaest. Nat.* lib. 7. cap. 25.

ein Spiel des Genies, wie 2000 Jahre nachher Kepler mit den Platonischen Körpern spielte, und das man beyden großen Männern leicht verzeihen kann: eine Zerstreuung, wie sich nur solche Männer machen. Uebrigens sieht man auch dieser Meinung leicht ihren Chaldäischen Ursprung an, wie oben erinnert ist.

In der Mitte des fünften Jahrhunderts vor Chr. Geb. lebte zu Abdera der einzige Weise dieses durch seine Thorheiten berühmten kleinen Staats. Demokrit hatte von seinen Reisen einen großen Schatz von Kenntnissen in allen Theilen der Naturgeschichte und Physik zurückgebracht, und war ein fleißiger Beobachter der Sterne. Seine Hypothese über den Mechanismus des Universums und die Bewegung der himmlischen Körper, ist 2000 Jahre später in den Kartesianischen Wirbeln aus der Vergessenheit hervor gezogen. Seine Erklärung der Milchstraße durch den Schimmer einer unzähligen Menge kleiner Sterne * beweist sein Genie, und ist vor wenigen Jahren durch teleskopische Beobachtungen bestätigt worden. Von seinen vielen astronomischen Schriften ist leider keine bis auf uns gekommen. Sein Schüler Metrodorus drückte die damals in Griechenland nicht mehr neue Meinung von der Mehrheit der Welten, d. i. von unzähligen der Erde ähnlichen bewohnten Weltkörpern, stark und erhaben aus, indem er sagte: das Gegentheil anzunehmen sey eben so unvernünftig, als zu behaupten, daß auf einem großen Felde nur eine Aehre wachse. Demokrit.

Um diese Zeit fingen die Griechen an, eigentliche astronomische Beobachtungen zu machen. Die älteste Griechische Beobachtung, die diesen Namen wirklich verdient, ist die der Sommer-Sonnenwende im Jahr 432 vor Chr. Geb. Meton machte außer dieser Beobachtung mehrere andre in Athen und Meton.

---

* *Macrob. Somn. Scip.* lib. 1. cap. 15. *Plutarch. de Plac. Phil.* lib. 3. cap. 1.

den übrigen Theilen Griechenlands, und machte sich einen unsterblichen Ruhm durch die Einführung der unter seinem Namen bekannten Periode von 19 Jahren. Diese Erfindung ward vom ganzen Griechenland mit solchem Beyfall aufgenommen, daß sie den Namen der güldenen Zahl erhielt, unter dem sie noch jetzt bekannt ist. Sie enthält 6940 Tage, welches bis auf wenige Stunden 19 Sonnenjahre und 235 Monate ausmacht, so daß nach Verlauf dieser Periode die Neu- und Voll-Monde wider auf dieselben Tage des Jahrs fallen. Um den dabey begangenen Fehler zu vermindern, nahm Kalippus diese Periode viermal, in welcher Zeit der Fehler ungefähr einen Tag betrug, und warf diesen Tag weg. Diese Periode von 27759 Tagen oder 76 Jahren, ward unter dem Namen der Kalippischen 330 Jahr vor Chr. Geb. in Griechenland allgemein eingeführt, und ist mit dem Julianischen Kalender im Grunde einerley, also nicht ganz genau. Um eine größere Genauigkeit zu erhalten, substituirte Hipparch ungefähr 200 Jahre nachher die vierfache Periode von 304 Jahren, die aber wegen ihrer Länge keinen Beyfall fand.

Eudoxus. Einer der gelehrtesten Astronomen aus dieser Periode war Eudoxus aus der Pythagoräischen Schule, ein Freund Plato's, mit dem er sich lange in Egypten aufhielt. Er soll auf seinen Reisen in Italien, Asien, und Afrika, viele Beobachtungen gemacht haben; allein das in den Versen des Aratus noch von ihm vorhandene Werk, welches eine ausführliche Beschreibung der Sphäre oder der Lage der Gestirne enthält, ist nicht auf eigene Beobachtungen gegründet, sondern wahrscheinlich von den Chaldäern entlehnt, da es den Zustand des Himmels, wie er 1000 Jahre vorher war, darstellt. Aus eben der Quelle hatte er vermuthlich auch die für den damaligen Zustand der Griechischen Astronomie viel zu genaue Bestimmung des Monats und des Jahres, so wie aus Egypten die Umlaufszeit der Planeten, und die Verrückung der Sonnen- und Mond-Bahn, geschöpft. Seiner Philosophie macht es Ehre, daß er

ein Schüler der Chaldäer, die Richtigkeit ihres astrologischen Aberglaubens einsah, und zuerst die Astrologie von der Astronomie ganz trennte.

Sein Zeitgenosse, der göttliche Plato, ist in der Geschichte der Astronomie nur durch das merkwürdig, was Theophrast, der unmittelbar nach ihm lebte, von ihm erzählt *, daß er in seinem hohen Alter die Pythagoräische Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne angenommen habe; so wie durch seine Hypothese, daß alle himmlischen Bewegungen im Kreise geschähen, ihre Unregelmäßigkeit also nur scheinbar sey, wodurch zuerst die unzähligen Epizykel, von denen 500 Jahre nachher Ptolemäus einen so vielfachen Gebrauch machte, eingeführt wurden, und der Grund zur theorischen Astronomie gelegt ward. Ueberhaupt war Plato, der der Geometrie eine ganz neue Gestalt gab, der erste, der die Astronomie als eine mathematische Wissenschaft behandelte. Die von ihm 370 J. vor Chr. Geb. gestiftete Akademische Schule beschäftigte sich fast allein mit der spekulativen Geometrie, und that wenig für die Sternkunde, so wie die etwa 20 Jahre nachher von Aristoteles gestiftete Peripatetische Schule. Aristoteles selbst, dessen Universal-Genie alle Wissenschaften umfaste, hat mehrere Beobachtungen gemacht, unter andern eine Bedeckung des Mars vom Monde und eines Fixsterns vom Jupiter, auch einen Kometen im Jahr 350. Da seine Astronomie verloren ist, so wissen wir nur wenig von seinen Meinungen, z. B. daß der Erdschatten kegelförmig seyn müsse, weil die Sonne größer als die Erde sey, und zwar daß die Spitze dieses Schattenkegels der Erde näher sey als die Sonne, d. h. daß die Sonne mehr als zweymal größer sey als die Erde. Einer seiner Schüler Eudemos sagte eine Sonnenfinsternis richtig vorher, welches zur damaligen Zeit nicht leicht war.

Plato.

Aristoteles.

* *Plutarch. Quaest. Platon.* pag. 1006. ed. Paris. 1624.

Noch weniger beschäftigten sich die Stoiker und Epikuräer mit der Sternkunde, wiewol sie es nicht an physischen Hypothesen über die Einrichtung des Weltbaus fehlen ließen. Zeno, der Stifter der Stoa (400 J. vor Chr. Geb.) äußerte sehr vernünftige Ideen hierüber, und dachte wie Aristoteles über den Erdschatten und die Größe der Sonne.

Pytheas. Gegen das Ende dieser ersten Periode lebte Pytheas, Bürger der Griechischen Republik zu Marseille, berühmt durch seine nordische Reise, auf der er in Thule (Island oder Norwegen) die Sonne am längsten Tage nicht untergehen gesehen haben soll; noch berühmter durch seine Beobachtung der Mittagshöhe der Sonne im Solstitz vermittelst des Gnomon, woraus er die Entfernung der Sonnenbahn vom Aequator bestimmte; wiewol diese Beobachtung noch großem Zweifel unterworfen ist. In eben diese Zeit gehört auch Autolykus, von dem wir noch zwey Werke haben, worin er die Lehren der sphärischen Astronomie zuerst strenge geometrisch beweist.

Die Alexandrinische Schule. Mit Stiftung der Alexandrinischen Schule, fast 300 Jahre vor Chr. Geb. fing das männliche Alter der Sternkunde unter den Griechen an, so wie mit Thales ihre Kindheit aufgehört hatte. Die Spekulationen und Hypothesen, welche die Unterhaltung ihres Jünglings-Alters ausgemacht hatten, wurden nun als Spielereyen verworfen, und zweckmäßige Beobachtungen, als der einzige solide Grund der Sternkunde, an ihre Stelle gesetzt. Die Griechische Astronomie fing nun ihre glänzendste, aber auch ihre lezte Periode an. In wenigen Jahren erhoben die Griechen zu Alexandrien die Sternkunde zu einer Wissenschaft: 300 Jahre blühte sie in voller männlicher Kraft; aber nun folgten fünf Jahrhunderte, in denen sie nach und nach zur Schwäche des hohen Alters herabsank, bis ein Barbar diesen einst so schön blühenden Baum an der Wurzel abhaute, ohne zu ahnen, daß dereinst seine Nation die glücklicherweise geretteten Aeste desselben zusammen lesen,

verpflanzen, und mit einer Sorgfalt pflegen würde, der wir seine jetzigen schöneren Früchte verdanken.

Nach des großen Alexanders Tode war Asien und Griechenland dreyßig Jahre lang der Gegenstand und Schauplatz blutiger Zwiste. Das kolossalische Werk seines Heldenmuths sank dahin, ein Opfer der Herschsucht seiner Generale; und aus den Trümmern dieses ungeheuren Reichs entstanden unzählige größere und kleinere Staaten, von denen Egypten dem Ptolemäus Soter zufiel. Ein gebildeter Grieche auf dem Throne der Pharaonen muste es sich zur Pflicht machen, die Wissenschaften in einem Lande zu befördern, aus dem Griechenland seine erste Kultur erhalten hatte. Die ersten Ptolemäer, Soter und noch mehr sein Sohn, erklärten sich laut für die Beschützer der Wissenschaften. Ptolemäus Philadelphus rief unter vortheilhaften Bedingungen Gelehrte aus Griechenland nach Alexandrien, räumte ihnen einen Theil seines Palastes zur Wohnung und zum Musäum ein, gab mit freygebiger Hand Geld zu ihren gelehrten Unternehmungen, und legte den ersten Grund zu der berühmten Alexandrinischen Bibliothek. Das Musäum von Alexandrien ward, gleich dem alten Athen, die erste Schule der Welt für die mathematischen Wissenschaften, in der sich während eines Zeitraums von 900 Jahren alle großen Mathematiker und Astronomen bildeten. Der große Zweck, den sich die Lehrer dieser Schule vorgesezt hatten, und den sie nie aus den Augen verloren, war die Revision der ganzen Sternkunde, die Prüfung aller Lehren vermittelst eigener und älterer Beobachtungen, und die Verwerfung jeder Hypothese, die nicht auf Beobachtungen gegründet wäre: das erste vollständige System der Astronomie war die Frucht dieses Plans. Wenn man bedenkt, daß Chaldäer und Egyptier seit 2000 Jahren den Himmel beobachtet hatten, und immer mit ihren Kenntnissen auf demselben Punkt stehn geblieben waren; wenn man von der andern Seite bedenkt,

daß die Griechen seit 300 Jahren sich mit der Sternkunde beschäftigt hatten, ohne andre Erfindungen zu machen, als ungegründete Hypothesen, wodurch die Wissenschaft eben so wenig gewinnen konnte, als durch jene zwecklosen Beobachtungen: so wird man erkennen, daß wir die großen Fortschritte, die die Sternkunde in dieser Periode so schnell machte, den Eroberungen Alexanders, der dadurch bewirkten Gemeinschaft zwischen dem Orient und Griechenland, und der Gründung einer Griechischen Schule auf Egyptischem Boden, zu danken haben. Die Asiatischen Völker besaßen Fleis ohne Genie *; den Griechen fehlte es nicht an Genie, aber an Stoff. Durch Alexanders Eroberungen ward Asiatischer Fleis mit Europäischer Philosophie verbunden, und die Materialien, die in Asien seit Jahrtausenden unbenutzt gelegen hatten, wurden von dem Griechischen Genie in kurzer Zeit zu einem vollständigen Gebäude geordnet.

Plato hatte zuerst gezeigt, daß die Sternkunde eine geometrische Wissenschaft sey: die Alexandrinischen Griechen führten seine Idee aus, und behandelten die Astronomie zuerst mathematisch. Wir haben noch von einem der ersten Alexandriner, dem berühmten Euklides ein Werk (*de phaenomenis*), worin er die verschiedenen Erscheinungen des Auf- und Untergangs der Sterne geometrisch erweist: es enthält die Anfangsgründe der sphärischen Astronomie. Allein die ersten Astronomen, die nach dem neuen Plan arbeiteten, waren Timochares und Aristyll, die vom Jahr 300 wenigstens 26 Jahre den Himmel gemeinschaftlich beobachteten. Den Ort der Sterne, der bisher auf eine unbestimmte Art durch ihre Lage

Timochares und Aristyll.

---

* „Apud Graecos ut plurimum tarde ad Philosophiam accedunt, „paulumque in ea immorati, ad quaestum vertuntur. At Bar„bari in suscepto exercitio semper immorantur, Graeci vero lu„cri gratia novis semper opinionibus incumbentes, deque maxi„mis disciplinis inter se altercantes incertos discipulos reddunt." *Diodor. Sic.* lib. 2. cap. 8.

in den Sternbildern nach dem Augenmaaße angegeben war, bestimmten sie zuerst genauer durch ihre Lage gegen die großen Kreise der Sphäre, und ihre Beobachtungen sind von Hipparch mit großem Nutzen gebraucht.

Ungefähr 30 Jahre später besang Aratus den Himmel, ohne selbst Astronom zu seyn. Sein noch vorhandenes Gedicht (Φαινόμενα) enthält eine genaue Beschreibung der alten Griechischen und Egyptischen Namen und der Lage der Sterne, nebst einer Art von ökonomischem Kalender, und ist für die Geschichte der Astronomie von Wichtigkeit. Obgleich es wahrscheinlich nicht viel mehr ist, als eine poetische Uebersetzung von dem Werke des Eudoxus unter gleichem Titel, so stand es doch in sehr großem Ansehn. Die größten Astronomen und Philosophen des Alterthums haben es studirt und kommentirt; und wir haben noch Hipparchs Kommentar darüber, und zwey lateinische Uebersetzungen von Cicero und dem Caesar Germanikus. Aratus.

Fast um eben die Zeit und bald nachher lebten Aristarch und Eratosthenes, zwey der geschicktesten Beobachter und scharfsinnigsten Astronomen. Der erstre bestimmte auf eine sehr sinnreiche Art die Entfernung der Sonne von der Erde, und gab dadurch die erste Idee von der Größe des Sonnen-Systems. Zwar fand er diese Entfernung durch die Beobachtungen, die er nach der von ihm erfundenen Theorie anstellte, nur 20 mal größer als die Entfernung des Mondes, da sie doch wenigstens 400 mal größer ist; allein die Schuld lag nicht an seiner Theorie, die vollkommen richtig ist, sondern an der Schwierigkeit der Beobachtungen; und immer war hiedurch ein großer Schritt für die damalige Zeit gethan. Seine Bestimmung der scheinbaren Größe der Sonne, der Entfernung des Monds von der Erde, und der wahren Größe des Monds, beweisen seinen Scharfsinn und die Genauigkeit seiner Beobachtungen. Was seinem Genie aber die größte Ehre macht, ist die Art, wie er die Hypothese von der Be- Aristarch

wegung der Erde um die Sonne gegen einen Einwurf vertheydigte, den 2000 Jahre nachher Kopernik auf eben die Art beantwortete. Wenn die Erde sich bewegt, sagte man, so müssen die Fixsterne ihre scheinbare Lage ändern, so wie die Gegenstände am Ufer dem Schiffer sich zu bewegen scheinen; und Aristarch antwortete ganz im Geiste des wahren Welt-Systems, daß dies allerdings geschehen würde, wenn nicht die ganze Erdbahn im Verhältnis der ungeheuren Entfernung der Fixsterne nur ein Punkt wäre. *

Eratosthenes. Eratosthenes lebte zu Alexandrien bis um das Jahr 200 vor Chr. Geb. da er in seinem achtzigsten Jahre, aus Verdruß über den Verlust seines Gesichts, das Ende seines thätigen Lebens durch Hunger beschleunigt haben soll. Auf seine Ueberredung ließ Ptolemäus Evergetes die großen Armillar-Sphären verfertigen und im Alexandrinischen Musäum aufstellen, mit denen Hipparch und Ptolemäus so viele wichtige Beobachtungen machten. Seinen Beobachtungen über die Lage der Sonnenbahn verdanken wir die Kenntnis, daß sie sich dem Aequator immer mehr nähert. Er war der erste, der es unternahm, nach richtigen Grundsätzen die Größe der Erde zu bestimmen. Von seinen Schriften sind nur einige Fragmente über.

Archimedes. Einige Jahre früher lebte zu Syrakus Archimedes, der sich durch unzählige wichtige Erfindungen in der Geometrie, Mechanik, und andern mathematischen Wissenschaften einen unsterblichen Ruhm erworben hat, und der, nachdem er lange zur Vertheydigung seiner Vaterstadt gegen die Armee des Marzellus beygetragen hatte, im Jahr 212, nach der Einnahme der Stadt von den Römischen Soldaten ermordet ward. Er hatte, wie alle große Geometer seines Zeitalters, in Alexandrien studirt, und Ptolemäus führt seine Beobachtungen der Sonnenwenden an. Sein Werk über

* *Archimedes in Arenario.*

die Sandrechnung enthält auch vortreffliche astronomische Kenntnisse und Bemerkungen, besonders über die Größe der Sonne. Er giebt uns selbst eine umständliche Beschreibung von der sinnreichen Art, wie er die scheinbare Größe der Sonne mit großer Genauigkeit bestimmt hat. Die von ihm verfertigte künstliche Sphäre, wodurch der Lauf der Gestirne genau den damaligen Kenntnissen gemäß vorgestellt ward, hat Klaudian in dem schönen Epigramm besungen *. Sein Freund Konon ist durch Beobachtungen von Finsternissen, und Konon.
durch ein neues Sternbild, das er aus sieben kleinen Sternen unter dem Namen Haar der Berenize, bildete, berühmt. Es war eine Huldigung, die er der Gemalin seines Wohlthäters Ptolemäus Evergetes darbrachte, und die besser verdient war, als die Schmeicheley, wodurch Ptolemäus, wie es scheint, wider Willen, den verächtlichen Antinous unter die Sterne versezte. Dieses Zeitalter war reich an großen Männern. Apollonius, der Erfinder der wichtigsten Apollonius.
Eigenschaften der Kegelschnitte, machte auch in der Sternkunde eine wichtige Erfindung, die Ptolemäus mit großem Nutzen gebraucht hat, nämlich die Erklärung des Stillstands und Rückganges der Planeten durch eine Verbindung mehrerer Kreise, die unter dem Namen Epizykel bekannt sind.

Auf dieses dritte Jahrhundert vor Chr. Geb. mit dem in Ansehung der Fruchtbarkeit an großen Genies nur das 17te und 18te verglichen werden können, folgte ein halbes Jahrhundert, das keinen Astronomen von Bedeutung hervorbrachte. Die Natur schien sich erschöpft zu haben, und Ruhe

---

* *Claudian. Epigr. XVIII. in Sphaer. Archimedis.*

„Jupiter in parvo cum cerneret aethera vitro,
„Risit, et ad Superos talia dicta dedit:
„Huccine mortalis progressa potentia curae?
„Jam meus in fragili luditur orbe labor.
„Jura Poli, rerumque fidem, legesque Deorum,
„Ecce Syracusius transtulit arte senex.“

etc. etc.

zu bedürfen, um einen der grösten Astronomen, die je gelebt
Hipparch. haben, zu bilden. Hipparch beobachtete, als Vorsteher des Alexandrinischen Musäums, den Himmel vom Jahr 160 bis 125; und sein Name verdient, wegen seines unermüdeten Fleißes, seines philosophischen Scharfsinns, wegen der Kälte und Vorsicht, womit er in seinen Untersuchungen zu Werke ging, und wegen seiner unerschütterlichen Wahrheitsliebe *, von jedem Astronomen und jedem Freunde der Wahrheit, mit Dank und Ehrfurcht genannt zu werden. Man kann ihn als den eigentlichen Stifter, nicht allein der Griechischen Astronomie, sondern der Wissenschaft überhaupt ansehen. Er faste den großen Gedanken, alle Lehren der Sternkunde von neuem aus den Beobachtungen herzuleiten, und so das ganze Gebäude dieser Wissenschaft, das Werk mehrerer Jahrtausende, nochmals von Grund auf zu errichten: und er führte diesen Gedanken aus. Er zeichnete nicht allein den Plan vor, nach dem die Beobachtungen anzustellen sind, sondern er klärte fast alle Theile der Astronomie durch eigene Beobachtungen auf, führte bessere Methoden ein, und ward so der Lehrer aller spätern Astronomen. Seine Werke sind, bis auf eine Kritik über des Aratus und Eudoxus Phaenomena, verloren gegangen; aber seine großen Entdeckungen sind in Ptolemäus Schriften verewigt, der sein ganzes System darauf gründete. Hipparch beobachtete anfänglich in seiner Vaterstadt Nizea in Bithynien, dann in Rhodus, endlich in Alexandrien. Der erste Gegenstand seiner Untersuchungen war die Länge des Sonnenjahrs. In dieser Absicht beobachtete er viele Jahre die Zeit der Nachtgleichen und Sonnenwenden, verglich seine Beobachtungen mit einander und mit einer um 150 Jahre älteren Beobachtung Aristarchs, um den Einflus der unvermeidlichen Beobachtungs-Fehler durch den großen Zwischenraum zu vermindern (eine Methode, der

* Ptolemäus giebt ihm häufig den schönen Namen, Freund der Wahrheit, ἀνὴρ φιλαλήθης.

man sich noch jezt mit großem Vortheil bedient), und fand dadurch das Jahr um 5 Minuten kürzer als $365\frac{1}{4}$ Tage. Diese Beobachtungen gaben ihm zugleich Veranlassung zu einer andern sehr wichtigen Entdeckung. Die ungleichen Zeiten, die die Sonne von einer Nachtgleiche bis zur nächsten Sonnenwende, und von dieser bis zur Nachtgleiche, also in den vier gleichen Theilen ihrer Bahn gebrauchte, bewiesen nicht allein die ungleichförmige Bewegung der Sonne, sondern zeigten zugleich die Punkte der schnellsten und langsamsten Bewegung an. Weil nun die Kreis-Bewegung, entweder wegen gewisser Vorurtheile, oder der leichteren Rechnung wegen, zum Grunde gelegt werden sollte, so konnte die Erde nicht im Mittelpunkt dieses Kreises seyn: und Hipparch fand auf diese Art die Entfernung der Erde vom Mittelpunkt dieses ekzentrischen Kreises, und die Lage beyder Punkte, in welchen die Sonne ihre gröste und kleinste Entfernung von der Erde erhält. Auf ähnliche Art bestimmte er auch die Mondbahn, ihre Unregelmäßigkeiten und Verrückungen, und berechnete die ersten Tafeln für den Lauf der Sonne und des Monds *. Seine Theorie der Finsternisse dient uns noch jezt zum Schema dieser Rechnung; allein Hipparch übersah nicht den anderweitigen Nutzen, zu dem diese Erscheinungen dienen können. Aus der Größe des Erdschattens in der Gegend des verfinsterten Monds, und aus dem Unterschiede der scheinbaren und wahren Oerter der Sonne und des Monds, leitete er ihre Entfernung her, war also der Erfinder der so genannten Parallaxen-Rechnung, die noch jezt das einzige Mittel ist, die Entfernung der Weltkörper zu bestimmen. So richtig aber die Grundsätze waren, worauf Hipparch seine Schlüsse baute, so wenig Genauigkeit gewährten die damaligen Beobachtungen; und man mus sich über den Scharfsinn des Mannes wundern, der auf so unsicherem Wege

---

* Nach Plinius auf 600 Jahre voraus. (*Nat. Hist.* lib. 2. cap. 12.)

der Wahrheit so nahe kam. Seine Bestimmung der Größe und Entfernung des Mondes ist nicht sehr unrichtig; und die Entfernung der Sonne, die er wie Aristarch 20mal zu klein fand, gab doch eine neue Bestätigung der für jene Zeit unglaublichen Größe des Sonnensystems, und ward noch über 1700 Jahre nachher von dem größten Astronomen der damaligen Zeit (Tycho) als richtig angenommen. Die Methode, die Hipparch gebraucht hatte, die Bahnen der Sonne und des Monds aus der Vergleichung weit entfernter Beobachtungen zu bestimmen, ließ sich bey den Planeten nicht anwenden, weil hier alte Beobachtungen fehlten; allein dies hinderte ihn nicht, eine Menge von Planeten-Beobachtungen zu machen, um dadurch die künftigen Astronomen in den Stand zu setzen, ihre Bahnen zu bestimmen. Ein neuer Stern, der zu seiner Zeit erschien, veranlaste ihn, damit dergleichen merkwürdige Erscheinungen künftig nicht unbemerkt blieben, die vornehmsten Sterne aufzuzählen, ein genaueres Verzeichnis, als man bisher gehabt hatte, von ihrer Lage zu verfertigen, und durch dieses, wie sich Plinius ausdrückt *, selbst für einen Gott kühne Unternehmen, der Nachwelt den Himmel zur Erbschaft zu hinterlassen. Bey dieser Gelegenheit verglich Hipparch seine Beobachtungen der Sterne mit den um 150 Jahre älteren von Timochares und Aristyll, und fand, daß seit dieser Zeit alle Fixsterne längs der Himmels-Sphäre vorgerückt, oder vielmehr, daß die Hauptpunkte der Sonnenbahn, wodurch man die Lage der Sterne bestimmt hatte, zurückgewichen waren. Er schrieb über diese wichtige Entdeckung ein Werk vom Zurückweichen der Aequinoktialpunkte, dessen Titel allein beweist, daß er sich eine richtige Vorstellung von dieser scheinbaren Bewegung der Sterne machte. Außer diesen vielen Entdeckungen, erwarb sich Hipparch auch ein großes Verdienst durch eine Menge besserer Methoden, die er

---

* *Plin. Nat. Hist.* lib. 2. cap. 26. „Ausus rem etiam Deo improbam, annumerare posteris stellas — — — coelo in haereditate „cunctis relicto.“

in der praktischen Astronomie einführte. Er war der erste, der statt der bisherigen Gewohnheit, den Tag mit dem Aufgange der Sonne, der an jedem Tage und in jedem Klima verschieden ist, anzufangen, die noch jezt in der Astronomie gebräuchliche Methode einführte, die Stunden des Tages von einem Mittage bis zum andern zu zählen: und dies veranlaste ihn zugleich, aus der bemerkten Ungleichheit der Tage die wichtige Entdeckung der Zeitgleichung oder des Unterschieds zwischen der wahren und mittlern Sonnenzeit zu machen. Da der Ort der Sterne durch ihre Entfernung von der Sonne bestimmt ward, und die Sonne bereits unter dem Horizont ist, wenn die Sterne sichtbar werden, so half sich Hipparch durch ein sehr sinnreiches Mittel, indem er kurz vor Untergang der Sonne ihre Entfernung vom Monde, und bald nach Sonnen-Untergang die Entfernung des Monds von den Sternen beobachtete: ein Mittel, dessen sich selbst die neuern Astronomen bis zur Erfindung der Uhren bedient haben. Die vielen Rechnungen, die seine Untersuchungen erfoderten, brachten ihn auf die Erfindung der ebenen und sphärischen Trigonometrie, der die Sternkunde den grösten Theil ihrer Fortschritte verdankt. Dieser große Mann war endlich auch der Erfinder der Methode, die Länge und Breite der Oerter auf der Erde durch Beobachtungen am Himmel zu bestimmen, und legte so den Grund zur einzigen richtigen Geographie.

In den 250 Jahren von Hipparch bis Ptolemäus finden wir wenige ausgezeichnete Astronomen. Ungefähr 70 Jahre vor Chr. Geb. lebte Geminus aus Rhodus, von dem wir eine Einleitung in die Astronomie * oder vielmehr in das berühmte Gedicht des Aratus haben. Posidonius in Rhodus, ein Freund von Cicero und Pompejus, bestimmte die Größe der Erde auf eben die Art wie Eratosthenes. Das

Geminus.

Posidonius.

* εἰσαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα.

von ihm verfertigte Planetarium wird von Cicero als ein Meisterstück gerühmt. Sosigenes aus Alexandrien ist für die Geschichte der Astronomie wichtig, weil Julius Caesar sich seiner Hülfe bediente, um das Sonnenjahr von $365\frac{1}{4}$ Tagen, oder den verbesserten Kalender, der noch jezt der Julianische heist, aus Egypten in Rom einzuführen. Julius Caesar selbst fand unter dem Geräusch der Waffen Zeit und Muße, sich, gleich allen gebildeten Römern dieser Zeit, deren Lehrer die Griechen waren, mit der Sternkunde zu beschäftigen. Da sie aber keine Beobachtungen machten, so schweigt die Geschichte der Astronomie von ihnen. Im ersten Jahrhundert nach Chr. Geb. geschah fast nichts für die Sternkunde. Nur am Ende desselben gab es einige geschickte Griechische Astronomen, als Agrippa in Bithynien, Menelaus in Rom, und Theon von Smyrna, deren Beobachtungen von Ptolemäus angeführt werden.

Sosigenes.

Ptolemäus.

Ptolemäus, aus Egypten gebürtig, beobachtete zu Alexandrien vom Jahr 125 bis 140, unter den Kayfern Hadrian und Antonin, und ist nach Hipparch unstreitig der gröste Astronom des Alterthums, aber auch der lezte, den die Alexandrinische Schule hervorbrachte. Durch seine Werke, die ein vollständiges System der älteren Astronomie enthalten, und die fast allein unter den Schriften der ältern Astronomen vom Untergange gerettet sind, ward er der Lehrer der Griechen, Römer, Syrer, Perser und Araber, so wie der neuern Europäer. Ptolemäus selbst gesteht, daß er fast alle Lehren der Astronomie aus Hipparchs Beobachtungen hergeleitet, aber durch eigene Beobachtungen bestätigt habe; und es ist nicht zu läugnen, daß er manche Erfindung Hipparchs als seine eigene vorträgt; wiewol er hiefür zu hart gestraft ist, indem man auf der andern Seite zu weit gegangen ist, dem Manne, von dem die gebildetsten Völker der Erde 16 Jahrhunderte durch lernten, alles Verdienst abzusprechen, und Erfindungen, die ihm offenbar zugehören,

geraubt hat. Es ist klar, daß Ptolomäus nach dem von Hipparch entworfenen Plan fort arbeitete, daß er sich ihn zum Muster genommen hatte, und daß sein vornehmster Zweck war, die vielen Entdeckungen Hipparchs durch eigene Beobachtungen zu bestätigen, zu berichtigen, und zu vollenden. Einem Manne von Genie, wie Ptolemäus unstreitig war, konnte es nicht fehlen, in einer langen Reihe von Jahren, die er mit dieser Untersuchung zubrachte, die Wissenschaft selbst mit neuen Entdeckungen zu bereichern. Die wichtige Entdeckung Hipparchs von dem Zurückweichen der Aequinoktialpunkte fand Ptolemäus durch seine eigenen Beobachtungen bestätigt, und bestimmte sie nur um den dritten Theil kleiner, als sie wirklich ist. Er verfertigte hienach ein Verzeichnis von 1028 Sternen, wobey er natürlich Hipparch seines zum Grunde legte. In diesem Verzeichnisse finden sich zwey bis dreyhundert Sterne von der fünften und sechsten Größe, und einige äußerst kleine Nebelflecken sehr genau beschrieben; und es scheint, daß ohne Vergrößrungs-Gläser, die langen Röhre deren sich die Alten bedienten, bey der reinen Luft des Egyptischen Himmels außerordentliche Wirkung thaten. Ptolemäus beschäftigte sich vorzüglich mit dem Monde, und brachte die Theorie dieses Weltkörpers sowol als der Planeten, um vieles weiter, als Hipparch gethan hatte. Wenn man weiß, wie sehr die zwey vornehmsten Ungleichheiten des Monds, die Ptolemäus zuerst bestimmte, verwickelt sind, wie sie sich bald mit einander vermischen, bald einander aufheben; so mus man das Genie des Mannes bewundern, der seine Beobachtungen und Untersuchungen so planmäßig zu ordnen wuste, daß es ihm endlich gelang, beyde Gleichungen von einander abzusondern und einzeln zu entwickeln. Mit eben dem Fleis und Scharfsinn bestimmte er die verwickelten und unregelmäßigen Bewegungen der Planeten, und suchte durch eine sinnreiche Verbindung mehrerer Kreise zu beweisen, daß alle diese Bewegungen in der That regelmäßig und kreisför-

mig wären. Die Theorie der Parallaxen, die Berechnung der Finsternisse, die Bestimmung der Entfernung der Sonne durch die Mondfinsternisse, u. s. w. giebt Ptolemäus für seine Erfindungen aus; es scheint aber, daß er diese Erfindungen Hipparchs nur zu größerer Vollkommenheit gebracht hat. Man hat ihn in neuern Zeiten beschuldigt, daß er selbst die Beobachtungen, die er anführt, nicht gemacht, sondern erdichtet, oder ihnen seinen Namen untergeschoben habe; allein dieser Verdacht ist auf keinen Beweis gegründet, und widerlegt sich von selbst, wenn man seine Werke mit Aufmerksamkeit liest. So viel scheint indes ausgemacht zu seyn, daß er bey seinen Untersuchungen nicht so kalt und vorsichtig zu Werke ging, und daß er unpartheyische Wahrheitsliebe nicht in dem Grade besaß, wie Hipparch. Um der Wahrheit, die er aus einer großen Menge Beobachtungen hergeleitet hatte, mehr Evidenz zu geben, erlaubte er sich, nur diejenigen Beobachtungen, die damit genau übereinstimmten, zu erwähnen, und die übrigen zu verschweigen oder zu unterdrücken. Ptolemäus war der erste, der die jezt allgemein in der Sternkunde angenommene Methode einführte, die Entfernung der Sterne vom Zenith, statt der Entfernung von der Sonne oder dem Monde, zu beobachten, und er erfand ein eigenes Werkzeug zu dieser Art von Beobachtungen, so wie mehrere neue Instrumente, die er, sowol als die ältern Werkzeuge, mit der größten Genauigkeit verfertigen ließ.

Denen, die nicht Astronomen sind, ist dieser große Mann besonders durch die Anordnung der Planetenbahnen bekannt, die den Namen des Ptolemäischen Systems erhalten hat; allein man hat ihm damit zu viele Ehre erzeigt, und ist eben dadurch von der andern Seite ungerecht gegen ihn gewesen. Da Ptolemäus nicht der Erfinder dieses Systems war, so treffen alle Einwürfe dagegen nicht ihn. Es war das älteste System, und in der That das natürlichste: denn es stellt die Bewegungen vor, wie sie in die Augen

fallen. Die Pythagoräischen Meinungen von der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde waren seit 700 Jahren bekannt, aber als bloße Hypothesen, die sich auf nichts gründeten. Die physischen Beweise für die Bewegung der Erde sind eine Entdeckung der neuesten Zeiten; und der Beweis aus der leichteren Erklärung aller Erscheinungen, den Kopernik mit vieler Mühe geführt hat, beruht auf den feineren Beobachtungen, wodurch sich die neuere Sternkunde vor der älteren auszeichnet. Hipparch und Ptolemäus blieben also ihrem Grundsatze getreu, keinen Satz in der Sternkunde ohne Beweis anzunehmen; und ohne zu behaupten, daß dieses System die wahre Anordnung des Universums darstelle, musten sie, um konsequent und methodisch zu verfahren, so lange die neue Hypothese nicht bewiesen war, zeigen, wie sich alle Phänomene aus der älteren erklären ließen. Eben dies mus man von den Epizykeln sagen, die die Ptolemäische Theorie der Planeten so verwickelt machen. Sie waren, was man in der Mathematik eine geometrische Konstruktion nennt, eine Auflösung des Problems durch Verbindung gerader Linien und Kreise. Die Eigenschaften der Kegelschnitte waren damals noch nicht hinlänglich bekannt, um die Rechnungen darauf zu gründen; und was hätte Ptolemäus bewegen sollen, dem Kreise die Ellipse vorzuziehen, die wahrscheinlich auf eine noch verwickeltere Rechnung geführt hätte? Muste er es nicht wenigstens erst mit dem Kreise versuchen, um so mehr, da Plato schon den Gedanken gehabt hatte, daß sich alle himmlischen Bewegungen aus dem Kreise herleiten ließen, und die Unregelmäßigkeiten bloß scheinbar wären, da ferner Hipparch und andre schon alle Unregelmäßigkeiten der Sonnenbahn mit so glücklichem Erfolge durch den Kreis erklärt hatten? So lange man aber keine andre krumme Linie als den Kreis gebrauchen will (wie es die Geometrie der Griechen erfoderte), sind jene Epizykel durchaus nöthig. Kopernik, Tycho, und Kepler gebrauchten

sie noch, und der leztre machte sie noch verwickelter als Ptolemäus, bis er sich endlich überzeugte, daß alle Versuche, sie mit den Beobachtungen völlig zu vereinigen, vergebens waren, und glücklicherweise auf eine andre krumme Linie fiel, wodurch sich alles vollkommen erklären ließ. Dies wäre, wie Kepler selbst gesteht, nie geschehen, wenn ihn nicht die genaueren Beobachtungen dazu gezwungen hätten: ein Grund, der bey Ptolemäus wegfiel. Ueberhaupt hat man bey den Angriffen gegen Ptolemäus nicht immer daran gedacht, daß auch selbst im Kopernikanischen System zur Erklärung der Bewegung der Sonne, des Monds und der Planeten, der ekzentrische Kreis oder die Epizykel nöthig waren, so lange Kepler nicht die elliptische Bewegung entdekt hatte. Man verzeyhe diese lange Digression dem Wunsche, das Andenken eines großen Mannes, dem die Sternkunde so unendlich viel zu danken hat, gegen ungerechte Angriffe zu schützen.

Ptolemäus war auch der gröste Geograph des Alterthums. Seine Erdbeschreibung in acht Büchern ist für jene Zeit ein ungeheures Unternehmen. Bey der Seltenheit der Bücher und Beobachtungen, muste er mit unsäglicher Mühe Nachrichten sammeln, und die Lage der Oerter aus ihrem Klima und ihren Entfernungen, nach der Erzählung unwissender Reisenden berechnen. Dieses Werk enthält auch die erste mathematische Theorie von der Zeichnung geographischer Karten; und die jezt noch übliche Polar-Projektion ist wahrscheinlich seine Erfindung. Eben so mühsam und wichtig sind seine Werke über die Kronologie und über die Musik, in welcher leztern er selbst wichtige Entdeckungen gemacht hatte. Seine Optik ist verloren, und wir sehen aus der Erwähnung älterer Schriftsteller, wie viel wir daran verloren haben. Sein wichtigstes Werk, wodurch sein Name unsterblich bleiben wird, und worin er alle von Hipparch und ihm gemachten Entdeckungen der Nachwelt überliefert hat, ist die μεγάλη σύνταξις, oder das große System, das

bis in das vorige Jahrhundert das einzige und allgemeine Lehrbuch der Sternkunde für alle Nationen war, das von ältern und neuern Astronomen studirt, kommentirt, und in alle Sprachen übersezt ist. Unter dem Kalifen Almamon (827) übersezten es die Araber in ihre Sprache unter dem Titel Almagest (das große Werk). Diese Uebersetzung erhielten die Europäer mit der Wissenschaft zugleich von den Arabern, und machten davon im 13ten und 14ten Jahrhundert lateinische Uebersetzungen, wovon die erste 1515 zu Venedig gedruckt ist. Das griechische Original ward in Europa erst im 15ten Jahrhundert bekannt, und 1538 zu Basel, nach einem Manuskript in der Nürnberger Bibliothek, das dem berühmten teutschen Astronomen Müller oder Regiomontan gehört hatte, gedruckt. Die einzige Uebersetzung nach dem Original ist von einem Neu-Griechen Georg von Trapezunt, und ward zuerst 1527 in Venedig gedruckt; sie ist aber, da der Uebersetzer weder die lateinische Sprache noch die Astronomie hinlänglich kannte, kaum lesbar: so daß wir bis jezt von diesem unschätzbaren Werke, weder im Original noch in irgend einer andern Sprache eine gute Ausgabe haben.

Mit Ptolemäus ging die schöne Zeit der Griechischen Astronomie zu Ende, und kein großer Astronom erschien nach ihm bis zur Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident. Von dem Schwerte der Barbaren, die das westliche Reich zerstückelten, wurden die Musen verscheucht; unter den schwachen orientalischen Kayfern schränkte sich alles Studium auf die Kunst ein, die Gesetze des Despoten auszulegen, die Provinzen methodisch auszusaugen, den Glanz des Hofes in ein System zu bringen, und eine haarscharfe Linie zwischen Orthodoxie und Heterodoxie zu ziehen. Egypten und Alexandrien ward durch den Ehrgeiz und die Herrschsucht der Mönche und Bischöfe verwüstet; die geheimnisvollen Lehren der neuen Religion wurden durch unverständliche Worte erklärt; und der Eigensinn, unbegreifliche Dinge begreifen zu wollen,

nnd die noch thörichtere Wuth, andern eine Ueberzeugung aufzudringen, die man selbst nicht hatte, bemächtigte sich aller Leidenschaften, und verdrehte alle Köpfe. Die Sternkunde ward nicht mehr als die erhabenste Wissenschaft und als die gröste Zierde des menschlichen Geistes verehrt; sondern sie ward handwerksmäßig erlernt, weil es noch besoldete Lehrstühle dafür gab. Beobachtungen wurden wenig gemacht, und an Erfindungen und Entdeckungen war nicht zu denken. Wer sich mit der Sternkunde beschäftigte, verstieg sich nicht weiter, als das Almagest zu studiren, und allenfalls Anmerkungen und Erklärungen darüber zu machen, weil man es schon zu schwer fand. Die Astronomen dieses Zeitraums verdienen daher nur eine kurze Erwähnung.

Censorinus. Censorinus, der 100 Jahr nach Ptolemäus lebte, hat eine Menge älterer Beobachtungen gesammelt *, die für die Geschichte der Astronomie von Wichtigkeit sind.

Anatolius. Vierzig Jahre später machte Anatolius von Alexandrien, Bischof von Laodizea, die erste Anwendung von der Sternkunde auf die neue Religion, indem er die Oster-Rechnung nach der Metonschen Periode einführte. Man fing nun an zu begreifen, daß selbst die Kirche den Beystand der Muse der Sternkunde bedürfte; und im Jahr 325 erhielt der jedesmalige Bischof von Alexandrien vom Konzilium zu Nizea den Auftrag, die Zeit des Osterfestes jährlich zu bestimmen: ein Beweis, daß das Alexandrinische Musäum noch als der Sitz der Sternkunde angesehen ward. Dies sehen wir noch deutlicher aus dem Zeugnis des Ammianus Marzellinus, eines Schriftstellers des vierten Jahrhunderts, der mit lebhaften Farben den damaligen Zustand der Alexandrinischen Schule malt **, und es besonders an ihren Lehrern rühmt, daß sie sich auch auf die Astrologie verständen. Am Ende

---

* *De Die Natali.*

** *Ammian. Marcell.* lib. 22. cap. 16. pag. 274. ed. Ernesti.

des vierten Jahrhunderts lebte Theon zu Alexandrien, dessen Kommentar über das Almagest wir noch haben. Berühmter ist seine Tochter, durch ihre Schönheit, ihre Gelehrsamkeit, und ihr Unglück. Hypatia bekleidete einen Lehrstuhl der Mathematik und Philosophie in Alexandrien, und berechnete astronomische Tafeln, die verloren gegangen sind. Ihre heidnischen Tugenden machten sie zum Opfer des christlichen Fanatismus. Der wütende Pöbel Alexandriens, geleitet von dem heiligen Patriarchen Cyrillus, ermordete die Zierde ihres Geschlechts auf eine unmenschliche Art. Ihr Schüler Synesius, Bischof von Ptolemais, war der Erfinder eines verbesserten astronomischen Instruments, dessen Beschreibung er uns hinterlasse hat Er scheint Talent für die Mechanik gehabt zu haben denn der berühmte König der Ostrogothen Theodorik trug ihm die Verfertigung von Sonnen- und Wasser-Uhren auf. In diese Zeit gehört wahrscheinlich auch Achilles Tatius, vielleicht Bischof zu Alexandrien, dessen Einleitung in Arati Gedicht für die Geschichte der Astronomie wichtig ist. Im Anfange des sechsten Jahrhunderts war Thius zu Athen ein fleißiger Beobachter besonders der Planeten: viele seiner Beobachtungen sind noch vorhanden. Dionysius, mit dem Beynamen der Kleine, verdient in der Geschichte der Sternkunde genannt zu werden. Er war ein Szythe von Geburt, und Abt zu Rom. Im Jahr 527 führte er die noch jezt gebräuchliche christliche Zeitrechnung und eine verbesserte Oster-Rechnung ein, indem er den Sonnen-Zirkel von 28 Jahren mit der güldenen Zahl oder der Metonschen Periode von 19 Jahren verband, welches noch jetzt in unserm Kalender gebraucht wird.

Theon. Hypatia. Synesius. Achilles Tatius. Thius. Dionysius

Noch ein Jahrhundert dauerte die Alexandrinische Schule fort; aber der Geist Hipparchs und Ptolemäi belebte sie nicht mehr. Ohne einen Astronomen, der genannt, ohne eine Arbeit, ohne eine Unternehmung, die erwähnt zu werden verdiente, vegetirte diese einst so berühmte Schule in Dunkelheit, ging ihrem

Ende der Alexandrinischen Schule.

Ende langsam entgegen; und nachdem sie fast ein ganzes Jahrtausend der Mittelpunkt der Künste und Wissenschaften gewesen war, ward sie im Jahr 641 von den Arabern, die unter dem Kalifen Omar Alexandrien eroberten, vernichtet. Das Musäum, die Sternwarte Hipparchs ward zerstört, und die Bibliothek, die durch den Fleiß mehrerer Jahrhunderte einen unermeßlichen Reichthum von Manuskripten gesammelt hatte, diente ein Jahr, die Bäder Alexandriens zu heitzen. Von der Epoche dieses für die Wissenschaften unersetzlichen Verlusts, bis zum Untergange des orientalischen Kayserthums, sucht man in einem Zeitraum von 800 Jahren vergebens einen griechischen Astronomen von Bedeutung, und findet nur hin und wider einen Kommentator des Almagests. Die Spiele des Zirkus, die Bedrückungen einer schwachen und despotischen Regierung, und die endlosen Zänkereyen über die unbegreiflichen Lehren der christlichen Dogmatik, ließen den ausgearteten Griechen keine Muße, den Lauf der Sterne zu beobachten, ihren Sklavengeist zum Denken zu erheben, oder die erhabenen Erfindungen ihrer Vorfahren begreifen zu lernen. Der Thron Konstantins sank unter dem Schwerte Muhammeds; Griechenland ward eine der am meisten vernachlässigten und unterdrückten Provinzen des Osmanischen Reichs; und der Griechische Name ist seitdem aus der Geschichte der Kultur, wie aus der Welt-Geschichte verschwunden.

Astronomie der Araber.

Es ist merkwürdig, daß das Volk, welches bey seinem ersten Erscheinen auf dem Schauplatze der Welt, den Wissenschaften den Krieg erklärte, und seine siegreiche Laufbahn mit der Zerstörung der grösten Schule und der berühmtesten Bibliothek des Alterthums anfing — daß eben dieses Volk von der Vorsehung bestimmt war, den letzten Funken der von ihm selbst ausgelöschten Fackel der Wissenschaften, die ohnedem dem gänzlichen Erlöschen sehr nahe war, wider anzublasen und nach Europa

herüber zu tragen, das sonst vielleicht noch lange in Barbarey versunken geblieben wäre. Aber nicht weniger merkwürdig ist es, daß die Araber nicht ehr Geschmack an den Wissenschaften fanden, als bis der Sitz ihres unstäten Reichs in jene Gegenden verlegt ward, die einst die Wiege des Menschengeschlechts und der Sternkunde waren. Die Halbinsel zwischen dem Persischen und rothen Meere, die in ihrer Mitte vom Wendekreise durchschnitten wird, ist von einem Volke bewohnt, das bey allen den großen Revolutionen, welche die übrigen Völker des Erdbodens von einer Verfassung in die andre, und von einem Ende der Erde zum andern geworfen haben, von den ältesten Zeiten bis auf den heutigen Tag, seine Freyheit, Unabhängigkeit, Sprache, Unwissenheit und Armuth behauptet hat. Seit undenklichen Zeiten durchstreifen die freyen Araber diesen großen aber wüsten Landstrich, mit ihren Pferden, Schafen und Kameelen, und haben ihr einförmiges aber unabhängiges Hirtenleben, durch ihre angeborene Tapferkeit und die Unfruchtbarkeit ihres Landes, gegen alle Angriffe der Perser, Egyptier, Römer und Türken vertheidigt *. Die Beduinen besitzen alle Laster und Tugenden freyer Nomaden-Völker: Edelmuth und Rachgier, Gastfreyheit und Grausamkeit, Freygebigkeit und Raubgier, Stolz und Unwissenheit, Tapferkeit und Zügellosigkeit. Die wenigen Produkte ihres Landes, und ihre geringen Bedürfnisse, schränkten ihren Handel auf die Züge der Karavanen von der syrischen Gränze bis zu den Küsten des Meers ein; und dieser eingeschränkte Verkehr mit Fremden sicherte sie vor höherer Kultur, aber auch vor Eroberungssucht. Religiöse Schwärmerey allein konnte dieser Volks-Masse, die sich seit Jahrtausenden in dem engen Kreise ihres Nomaden- und Räuber-Lebens herumgedreht hatte, eine progressive Bewegung geben: und diese Bewegung war für alle Völker der Erde fürchterlich, für viele

* Die Eroberung eines kleinen Theils, des so genannten glücklichen Arabiens, war nur vorübergehend.

verderblich. Gegen die Mitte des siebenten Jahrhunderts brachen die Araber, gleich den Heuschrecken ihres Landes, aus ihren Sandwüsten heraus, um der erstaunten Welt das fürchterliche Dilemma des Korans, Tributs, oder Schwerts vorzulegen, und eroberten in weniger als dreyßig Jahren, Syrien, Persien, Egypten und Afrika. Die siegreichen Sarazenen schämten sich ihrer ehemaligen Armuth und ihrer Straßen-Räubereyen: sie fingen an, ihre Räubereyen ins Große zu treiben, und verdienten sich dadurch einen ehrenvollen Platz in der Weltgeschichte. Kaum ein Jahrhundert nach der Flucht des verachteten und verlassenen Muhammeds, war ihre Herrschaft, Religion, und Sprache, von Samarkand bis Sevilla, von Indien bis Marokko verbreitet. Muhammeds nächste Nachfolger benutzten das erste Feuer der Schwärmerey, von dem sie und ihre Anhänger beseelt waaren, zu jenen großen Eroberungen; und die syrischen Kalifen beschäftigten sich damit, diese Eroberungen durch politische Einrichtungen fester und ausgedehnter zu machen. Nachdem aber der Religions-Fanatismus nebst seinen gewöhnlichen Begleitern, der Bekehrungssucht und der Erbitterung der unzähligen Sekten, abgestumpft war; nachdem der Eroberungsgeist durch die Erfüllung der kühnsten Erwartungen gesättigt, und das Land der alten Chaldäer der Sitz des neuen Reichs geworden war: da sehnten sich die Araber danach, auf ihren Lorbeeren auszuruhen, und die Güter, die ihr Schwert erfochten hatte, zu genießen: sie legten ihre Rohheit und Wildheit ab, und fanden Geschmack an den feineren Genüssen des gesitteten Lebens, an Künsten und Wissenschaften. Am Ende des achten Jahrhunderts fingen die Abassiden oder die Kalifen von Bagdad an, ihre ganze Aufmerksamkeit auf die Sternkunde zu wenden: unter der Leitung dieser aufgeklärten Regenten kultivirten die Araber diese Wissenschaft mehrere Jahrhunderte mit einem Eifer, worin ihnen wenige Nationen gleich gekommen sind; und Bagdad ward ein zweytes Athen oder Alexandrien. Von den ausgearteten Griechen mit Gleichgül-

tigkeit, und selbst mit Verachtung behandelt, entflohen endlich die Musen aus diesem ihrem Lieblings-Aufenthalt vielleicht auf immer, und fanden Schutz bey den Arabern, die sie unter Muhammeds Fahnen nach dem westlichen Europa brachten. Bagdad ward der Zufluchtsort der Gelehrten aus allen Völkern und Religionen. Griechen und Perser, Christen und Magier, waren die Lehrer der Araber, und wurden bald von ihren Schülern übertroffen. Zur Zeit der Widerherstellung der Wissenschaften im zwölften und dreizehnten Jahrhundert, waren die Araber die einzigen Lehrer der Europäer, nicht allein durch eigene Kenntnisse und Unterricht, sondern auch dadurch, daß die Werke der Griechen durch sie nach Europa kamen, und aus dem Arabischen übersetzt wurden. Von ihnen lernte Europa die Medizin, die Aristotelische Philosophie, die Mathematik, und die Sternkunde, die sogar den Namen der Arabischen Wissenschaften erhielten. Unzählige Kunstwörter, besonders in der Astronomie, beweisen ihre Arabische Abkunft *; und unzählige Arabische Werke liegen noch jezt unbenutzt in den Bibliotheken vergraben **, deren Uebersetzung für die Sternkunde von großem Nutzen seyn würde. Was wir den Arabern verdanken, sind zwar keine wichtigen Erfindungen, aber die Erhaltung der Wissenschaften und vieler Schriften des Alterthums, nebst einer Menge Beobachtungen aus einer Zeit, die die ältere Astronomie mit der neuern verbindet.

Aelteste Astronomie der Araber.

Die Nachkommen Ismaels sind unstreitig ein altes Volk, und es ist kein Zweifel, daß sie sich als Nomaden frühe mit der Sternkunde beschäftigt haben. Allein, so lange die Araber in ihrer Halbinsel eingeschlossen waren, stand die Sternkunde bey ihnen ungefähr auf der nämlichen Stufe, auf der wir sie

---

* Z. B. Zenit, Nadir, Azimut, Almikantarat, Aldebaran, Regel, Alkol, ꝛc.

** Oxford allein besitzt mehr als 400 Arabische Manuskripte über die Astronomie.

in Griechenland vor Thales angetroffen haben. Sie betrachteten die Sterne als einen Gegenstand der Neugier oder göttlichen Verehrung, ordneten sie in Gruppen und gaben ihnen Namen, beobachteten den Aufgang der Gestirne, und glaubten darin die Zukunft zu lesen. Zwey Resultate dieser früheren Astronomie haben sich bey ihnen bis zu den spätesten Zeiten erhalten. Das eine ist der astrologische Aberglaube, von dem selbst die grösten Astronomen der Schule zu Bagdad nicht ganz frey waren; das andre, das Mondenjahr von 354 Tagen, das noch jezt in die Religion der Muhammedaner verwebt ist.

Mit der Gründung des Kalifats in Bagdad (750) fing die Sternkunde an, von den Arabern wie eine Wissenschaft behandelt zu werden, und wenige Völker haben so schnelle Fortschritte darin gemacht. Den Vorzug des reineren Himmels, den sie dem Zufall verdankten, benutzten die Araber mit fleißig gearbeiteten Werkzeugen von unglaublicher Größe. Unzählig war die Menge der Beobachter unter dem Schutze von Monarchen, die nicht bloß die Arbeiten belohnten, sondern sie auch selbst zu beurtheilen wusten. Allein der wichtigste Vorzug der Araber vor den Griechen war eine genauere Messung der Zeit durch Wasser-Uhren, Sonnen-Uhren, und vielleicht auch durch Pendel. Der gröste Beschützer dieser Wissenschaft unter den Abassiden war Almamon (814 bis 833), ein Sohn des berühmten Harun al Raschid. Von seinen Lehrern, einem griechischen Arzte und einem Perser, hatte er sich hinlängliche Kenntnis erworben, um mit Nutzen den astronomischen Beobachtungen, die er in seinem Reiche machen ließ, beyzuwohnen, und seinen Namen auch als Astronom durch eigene Beobachtungen zu verewigen. In Konstantinopel, Egypten und Syrien, ließ er die Werke der Griechen sammeln, ließ sie auf seine Kösten ins Arabische übersetzen, ermahnte seine Unterthanen sie zu studiren, und versah seine Astronomen mit den kostbarsten Werkzeugen. Unter den Friedensbedingungen, die er als Sieger dem Griechischen Kayser Michael II oder dem

Almamon.

Stammler * vorschrieb, war eine, die die Griechen eines Schatzes entlediate, den sie nicht mehr zu gebrauchen wusten, und wodurch dieser aufgeklärte Monarch ein ehrenvolles Beyspiel gab, das eine große Nation in unsern Tagen häufig befolgt hat: dies war die Erlaubnis, alle griechischen Bücher zu sammeln, um sie ins Arabische zu übersetzen. Eines der ersten griechischen Werke, welches die Araber sich auf diese Art zu eigen machten, war Ptolemäi Almageſt, ein Werk, das die Araber wie ihren Koran verehrten, und das auch bey dem System der Astronomie zum Grunde lag, welches Almamon ausarbeiten ließ. Sein gröstes Unternehmen war die Bestimmung der Größe der Erde durch zwey Grade des Meridians, die er in den Ebenen Mesopotamiens ausmessen ließ: ein Unternehmen, das dem Fleiße der Araber viel Ehre macht, wiewol keine größere Genauigkeit dadurch erhalten ward, als die Griechen schon erreicht hatten. Almamons Nachfolger in Bagdad, so wie die Arabischen Könige oder Kalifen in Afrika und Spanien, folgten seinem Beyspiele. Bagdad erhielt durch die Freygebigkeit eines Visirs ein Kollegium, worin Tausende auf Kosten des Staats unterichtet wurden; in Kairo ward eine Bibliothek von 100000 Manuskripten zum Gebrauch der Studirenden gestiftet, und Kordova und die übrigen Städte des Kalifats in Spanien enthielten mehr als 70 öffentliche Bibliotheken.

Das neu eröffnete Feld der Wissenschaften erregte in den Köpfen der Araber einen ähnlichen Enthusiasmus, wie ehemals die Religion des Propheten; und die Aufmunterung der Kalifen brachte eine Menge geschickter Astronomen hervor, die Kompendien und Systeme schrieben, Tafeln berechneten, und Beobachtungen machten. Die berühmtesten aus dieser Zeit sind,

---

* Weidler, und alle die ihm gefolgt sind, Montucla, Bailli, ꝛc. nennen unrichtig Michael III, der erst 9 Jahre nach Almamons Tode, als ein Kind von 5 Jahren, den Thron bestieg.

Abumassar, Mohammed Ibn Kothair, bekannter unter dem Namen Alfraganus, dessen große Fertigkeit im Rechnen ihm den Namen des Rechners erwarb, und dessen Lehrbuch der Astronomie ein Beweis ist, wie blindlings noch die Araber dem Ptolemäus folgten; Thebit Ibn Korah, berühmt durch seine mathematischen Kenntnisse, seine astronomischen Beobachtungen und Hypothesen.

Albategnius.

Den ersten Platz unter den arabischen Astronomen verdient unstreitig Albategnius, Gouverneur von Syrien (880). Seine Beobachtungen der Finsternisse füllen glücklicherweise die Lücke zwischen Ptolemäus und unsern Zeiten aus, und dienen zur Bestätigung der Länge des Jahrs und der Monate. Sein Werk (de numeris et motibus stellarum) enthält wichtige Entdeckungen in der Sternkunde, unter andern eine sehr genaue Bestimmung der Ekzentrizität der Sonne und des Zurückweichens der Aequinoktialpunkte, eine Berichtigung des Sonnenjahrs, vollkommenere astronomische Tafeln, und die Entdeckung der Bewegung der Sonnenferne, woraus er analogisch schloß, daß auch bey den übrigen Planeten eine ähnliche Bewegung oder Verrückung statt fände.

Ibn Jonis (1000) berechnete neue Tafeln, und seine Geschichte der Astronomie, worin er alle Beobachtungen seiner Nation gesammelt hat, ist für uns sehr wichtig, aber leider nur zum Theil übersetzt. Arsachel in Toledo (1080) berechnete Tafeln, und erfand eigene Methoden, nach denen er eine Menge Beobachtungen zur Berichtigung der Sonnenbahn machte. Alhasen, am Ende des eilften Jahrhunderts, hat eine richtige Theorie der astronomischen Stralenbrechung gegeben, wahrscheinlich nach des Ptolemäus verlorenem Werke über die Optik. Zu eben der Zeit lebte Geber in Sevilla, der viele Erfindungen in der sphärischen Trigonometrie gemacht und einen Kommentar über das Almagest geschrieben hat. Der berühmte Arzt von Kordova, Averroes, in der ersten Hälfte des zwölften Jahrhunderts, verdient auch als Astronom

genannt zu werden. Er machte einen Auszug aus dem Almageſt, und iſt wahrſcheinlich der erſte, der einen Fleck in der Sonne beobachtet hat, den er für den Merkur hielt. Alpetragius in Marokko ſchrieb in der Mitte des zwölften Jahrhunderts eine phyſiſche Theorie der himmliſchen Bewegungen. Auch die nützliche Anwendung, die ſich von der Sternkunde auf die Erdbeſchreibung machen läſt, entging den Arabern nicht: wie nicht allein ihre Gradmeſſungen, ſondern auch die Schriften ihrer Geographen, beſonders des Eſſeriph (1100), Al Edriſi und Abulfeda (1322) beweiſen.

Verfall der Arabiſchen Aſtronomie.

Mit dem Throne der Abaſſiden gerieth auch die von ihnen beſchützte Sternkunde in Verfall. Schon nach dem Tode Almamons (833), beſonders aber im zehnten Jahrhundert, wurden die Kalifen von Bagdad immer mehr von ihren türkiſchen Miethſoldaten und Garden eingeſchränkt, die endlich, gleich den Prätorianern Roms, den Thron nach Gefallen vergaben, und ſich zu Herren von Bagdad machten. Die Araber hatten die aus ihren Sandwüſten mitgebrachten Tugenden längſt verloren, und die Laſter ihrer unterjochten Sklaven in Syrien, Perſien und Egypten, angenommen. Der verlorene kriegeriſche Muth ward durch geworbene Truppen aus Turkeſtan erſetzt. Mistrauen herſchte zwiſchen Volk und Fürſten, und die verächtlichen Kalifen warfen ſich, gleich den ſchwachen Kayſern Roms, in die Arme ihrer türkiſchen Garden, und wurden die Sklaven dieſer Barbaren und das Opfer ihrer Wuth. Bagdad war der Schauplatz der zügelloſeſten Ausſchweifungen fremder Truppen; die Befehlshaber der Gläubigen bahnten ſich durch Vatermord den Weg zum Throne; ſelbſt das Heiligthum der Moſcheen ward entweihet; die misvergnügten Provinzen revoltirten, und die Herrſchaft der Nachfolger Muhammeds ward auf den Beſitz der Stadt Bagdad eingeſchränkt. In der Mitte des 13ten Jahrhunderts endlich ward Bagdad von den Mogolen, einer neuen Horde Barbaren, die von der Chineſiſchen Gränze

an, ganz Asien und einen großen Theil von Europa sich unterwürfig machten, erobert, und dem Kalifat ein Ende gemacht.

Neu-Persische Astronomie.

Das durch sein Alter ehrwürdige Persische Reich, das unter dem Namen des Parthischen wider hergestellt, und selbst den Römern so fürchterlich gewesen war, blieb nun, nachdem es 600 Jahre unter der Regierung der Abassiden und Türken geseufzt hatte, anderthalb Jahrhunderte unter der Herrschaft der Mogolen, die gleich den Arabern, die Wissenschaften, die sie in ihren neuen Eroberungen kennen lernten, zu schätzen wusten, und den Persern erlaubten, die astronomischen Kenntnisse, die sie von ihren Voreltern ererbt hatten, zu kultiviren. Hiezu gehörte besonders eine sehr genaue Kenntnis vom Sonnenjahr. Gegen das Ende des eilften Jahrhunderts hatten die Perser eine Form des Jahrs eingeführt, welche vielleicht die vollkommenste ist, die sich im bürgerlichen Leben anwenden läst. Nachdem nämlich siebenmal nach einander jedes vierte Jahr ein Schaltjahr gewesen war, ward das achtemal nur das fünfte ein Schaltjahr: so daß alle 33 Jahre acht Tage eingeschaltet wurden: woraus die Länge des Sonnenjahrs von 365 Tagen 5 Stuuden 49 Min. 5 Sek. 27 Tert. folgt, welches nur um den vierten Theil einer Minute zu groß ist. Ihr Kalender war also genauer als unser Gregorianischer, da sie nur in 5000 Jahren um einen Tag fehlten. Die Tafeln, die im 12ten Jahrhundert von Persien nach Europa kamen, beweisen, daß sie eine sehr genaue Kenntnis von der Sonnenbahn hatten; es scheint aber nicht, daß sich ihre astronomischen Kenntnisse viel weiter erstreckten.

Unter den Mogolen.

Der Eroberer von Bagdad, der Mogolische Feldherr Hulaku Chan, ein Enkel Dschinkis Chans, nahm die Wissenschaften, und besonders die Sternkunde in Schutz. Er erbaute in der Nachbarschaft einer der grösten Persischen Städte

Tawris, eine Sternwarte, und errichtete ein Kollegium oder Akademie, deren Aufsicht er einem Persischen Astronomen Nassir Eddin anvertraute, der ein sehr fleißiger Beobachter war. Die von ihm berechneten Tafeln stehen noch jezt im Orient in großem Ansehn. Gegen die Mitte des 15ten Jahrhunderts war Ulug Bek, Timurs Enkel, der gröste Beschützer der Wissenschaften in Asien. Er berief eine Menge besonders Persischer Astronomen nach seiner Residenz Samarkand (in der jetzigen Bucharey), und erbaute daselbst eine Sternwarte, die er mit vortrefflichen Instrumenten versah. Gleich dem Abassiden Almamon, lebte er im Kreise seiner Gelehrten, wohnte ihren Beobachtungen bey, und arbeitete selbst an den unter seinem Namen noch jezt bekannten Tafeln, die im Orient als die vollkommensten angesehen werden, von denen wir aber nur den Theil kennen, der die Fixsterne betrifft.

Der Untergang des Mogolischen Reichs gab den Persern ihre Unabhängigkeit wider, aber weder Freyheit noch ihre ehemalige Größe. Ulugs Nachkommen wurden nach Indien vertrieben, wo sie das Groß-Mogolische Reich stifteten, das jezt einen Theil der Brittischen Besitzungen in Indostan ausmacht. Persien ward 200 Jahre von seinen Sofis dem Elende preisgegeben, und ist nun seit beynahe hundert Jahren ein Raub innerer Unruhen. Von ihren ehemaligen astronomischen Kenntnissen ist ihnen nur der Kalender übergeblieben, und aus den astronomischen Beobachtungen sind astrologische Horoskope geworden.

Astronomie der neuern Europäer.

Wir sind nun der Muse der Sternkunde bis an das Ende ihrer großen Wanderschaft über den Erdboden gefolgt. Von Anfange der Weltgeschichte an, fanden wir diese Wissenschaft fast zu gleicher Zeit bey allen großen Völkern des Alterthums eingeführt. Vom Eufrat und Nil erhielten sie die jüngeren

Griechen, und brachten sie nach Egypten zurück, wo sie durch ihr Genie zum ersten Mal eine wissenschaftliche Gestalt erhielt. Hier verjagten sie die Barbaren der Wüsten Arabiens, und zerstörten ihren tausendjährigen Aufenthalt, um ihr zum zweyten Mal in den Ebnen Asiens einen Thron zu errichten. Die Araber breiteten die Sternkunde nicht allein in Asien aus, sondern brachten sie mit ihren Waffen nach Spanien, von wo sie sich über Europa verbreitete, und der Kultur begegnete, die zu eben der Zeit aus Griechenland über Italien so schnelle Fortschritte machte. Nach so vielen Wandrungen und Schicksalen fand endlich diese Wissenschaft eine bleibende Stätte, und ist nunmehr seit 400 Jahren fast in allen Ländern Europens mit ununterbrochenem Eifer kultivirt, und zu einem Grade der Vollkommenheit gebracht, der wenig zu wünschen über läst. Die astronomische Geschichte dieser 400 Jahre ist zugleich die Geschichte des menschlichen Geistes und der Aufklärung überhaupt in dem gesittetsten Theile des Erdbodens.

11. und 12. Jahrhundert.

Nachdem das 9te und 10te Jahrhundert überstanden war, ein Zeitraum in dem Europa in der tiefsten Unwissenheit und Barbarei begraben lag, fing die nähere Bekanntschaft mit den Arabern, die damals im ausschließenden Besitze der Gelehrsamkeit waren, allmählig an, eine Art von Dämmerung über Europa zu verbreiten. Im 11ten und 12ten Jahrhundert leuchteten hin und wieder einige Männer von Geist, wie Meteore in einer finstern Nacht hervor, fühlten das Bedürfnis einer höheren Kultur, und verließen ihr Vaterland, um bey den Arabern, wie ehemals die Griechen bey den Egyptischen Priestern, Unterricht zu suchen. Gerbert, Erzbischof von Rheims, der nachher unter dem Namen Silvester II den Römischen Stuhl bestieg, war der erste, der auf eine thätige Art zur Einführung der Wissenschaften in Europa beytrug. In seiner Jugend entfloh er aus seinem Kloster, um von den Arabern oder Mauren in Spanien Mathematik und Astronomie zu erlernen, und brachte einen Schatz von Kenntnissen nach

Frankreich zurück. Kampanus von Navarra im IIten Jahrhundert, und Athelard, ein Englischer Mönch des 12ten Jahrhunderts, brachten von den Arabern aus Spanien und Egypten verschiedene mathematische Schriften der Griechen in ihr Vaterland zurück.

Mit dem dreyzehnten Jahrhundert fing die Morgenröthe der Wissenschaften in Europa an. Die Regenten beförderten die Aufklärung, fanden Geschmack an den Wissenschaften, und nahmen sie in ihren Schutz. Kayser Friedrich II, der Stifter der Universitäten zu Wien und Neapel, beschützte vorzüglich die Astronomie, und beschäftigte sich leidenschaftlich damit, wie folgender Zug beweist, der zugleich seinem Vaterherzen Ehre macht. Bey einem Besuche des Abtes von St. Gallen wollte Friedrich ihm zeigen, was ihm das liebste auf der Welt wäre, und wies ihm seinen Sohn Konrad, und eine prächtig gearbeitete Himmelskugel. Diesem aufgeklärten Monarchen verdanken wir die erste lateinische Uebersetzung des Almagests aus dem Arabischen. Alphons X, König von Kastilien, mit dem Beynamen der Weise, war der gröste Beschützer, den die Sternkunde je gehabt hat. Gleich den Ptolemäern, rief er aus allen Ländern und Religionen, mit großen Kosten, Astronomen in sein Reich, und gab ihnen seinen Palast bey Toledo zur Wohnung. Er widmete sich der Sternkunde mit solchem Eifer, daß er seine Regenten-Pflicht vergaß und sein Reich verlor; und unter seiner unmittelbaren Aufsicht erschienen nach vierjähriger Arbeit (1252) die berühmten Alphonsinischen Tafeln, an denen Christen, Juden, und Araber gearbeitet hatten. Die Geschichte dieses und des folgenden Jahrhunderts nennt eine Menge Gelehrter, die die Sternkunde studirten, aber keine eigentlichen Beobachter. Alle Geisteskräfte wurden verwandt, um die Schriften der Araber und Griechen zu verstehen, oder ihre Lehren zu begreifen; und man konnte noch nicht daran denken, die Wissenschaft zu erweitern, oder neue Entdeckungen zu machen.

13. und 14. Jahrhundert

15. Jahrhundert.

Im funfzehnten Jahrhundert endlich brach ein neuer Tag für die Sternkunde an; und von dieser Epoke mus man die eigentliche Wiederherstellung dieser Wissenschaft datiren, die Europa Teutschland verdankt. Man hatte nun die Werke der Alten hinlänglich studirt, und genug vom System der Astronomie gelernt, um selbst mit Nutzen in diesem Felde zu arbeiten. Von nun an machte die Sternkunde in den Händen der Europäer ununterbrochene Fortschritte, zu denen mehrere zusammen treffende Ursachen beytrugen, besonders die kurz vorher gemachte Erfindung der Buchdruckerei, die die Mittheilung und den Umsatz von Ideen und Kenntnissen so sehr erleichterte, so wie die vielen Griechen, die vor dem Schwerte der Türken, die in der Mitte dieses Jahrhunderts dem Griechischen Kayserthum ein Ende machten, nach Italien und Frankreich flüchteten, und mit ihrer Sprache die Kenntnisse ihrer Vorfahren den westlichen Europäern mittheilten, welche diesen Schatz besser zu benutzen wusten. Der Kardinal von Kusa, aus dem Trierschen gebürtig, war in der Mitte dieses Jahrhunderts wegen seiner großen astronomischen Kenntnisse berühmt, und er verdient hier besonders als der erste unter den Neuern genannt zu werden, der die Pythagoräische Lehre von der Bewegung der Erde wider in Umlauf zu bringen suchte, wiewol ohne Erfolg. Man fing an, die Mängel des Ptolemäischen Systems mehr zu ahnen als zu fühlen; aber die Beobachtungen waren noch zu unvollkommen, um das Bedürfnis eines andern Systems fühlbar zu machen.

Purbach.

In der Mitte dieses Jahrhunderts erschienen zwey Teutsche Purbach und Regiomontan, die allgemein als die Wiederhersteller der Astronomie angesehen werden. Georg Purbach, gebürtig aus Peurbach an der Oestreichischen und Bayerschen Gränze (1423), verdient den Namen des ersten wahren Astronomen in Europa. Um sich über die gewöhnlichen Kenntnisse seiner Zeitgenossen zu erheben, muste man damals nach Italien, dem Zufluchtsorte der griechischen Litteratur reisen, so wie kurz

vorher zu den Arabern. Purbach kam aber schon mit ausgezeichneten Kenntnissen nach Italien, und hielt öffentliche Vorlesungen auf den berühmtesten Universitäten dieses Landes. Nach der Rückkehr in sein Vaterland, ward er Lehrer der Astronomie auf der Universität zu Wien, und war bis an seinen Tod ein fleißiger und einsichtsvoller Beobachter. Er verbesserte die alten Beobachtungs-Werkzeuge und Methoden, erfand neue, und hatte zuerst den glücklichen Gedanken, die Kraft der Schwere, durch den Gebrauch des Senkbleys, zur Messung der Winkel, und die himmlischen Bewegungen zur Bestimmung der Zeit anzuwenden. Die alten Chaldäer hatten nur die Tageszeit, und die Alexandriner höchstens die Stunde ihrer Beobachtungen angeben können, wodurch dieselben viel von ihrem Werth verloren. Die Unvollkommenheit der damaligen Uhren erlaubte keine genauere Bestimmung; allein Purbach sah den Himmel selbst als die vollkommenste Uhr an, die auch in der That noch jezt das einzige Mittel ist, den Gang unserer Uhren zu berichtigen. Er führte daher die noch lange hernach mit großem Nutzen gebrauchte Methode ein, die Zeit jeder Beobachtung durch Höhen der Sonne und der Sterne, die in demselben Augenblick gemessen wurden, zu bestimmen. Durch diese vollkommeneren Beobachtungen war er im Stande, die Ptolemäischen Hypothesen und die Alphonsinischen Tafeln, sowol in Ansehung der Bewegung der Planeten, als der Lage der Fixsterne, zu verbessern. Auch um die Trigonometrie, diesem wichtigen Hülfsmittel der Sternkunde, hat er große Verdienste; und sicher würde ihm diese Wissenschaft noch vieles zu danken haben, wenn die Welt ihn nicht in der Blüte seines Alters verloren hätte (1461) *.

---

* Seine Grabschrift in der Kathedralkirche zu Wien sagt von ihm:

„Destituit terras animus, coelumque revisit,
„Quae semper coluit, liber ut astra colat".

Regiomontan.

Sein Schüler und Gehülfe bis an seinen Tod, Johann Müller, gebürtig aus Königsberg in Franken (1436), bekannter unter dem Namen Regiomontanus, ging auf der von seinem Lehrer eröffneten Laufbahn mit großem Ruhme fort. Gleich ihm bereiste er Italien, wo er die griechische Sprache lernte, und viele griechische Schriftsteller übersetzte. Auf Einladung des Papstes Sixtus IV ging er zum zweyten Mal nach Italien, um die Verbesserung des Kalenders zu dirigiren, starb aber schon ein Jahr hernach (1476), nicht ohne Verdacht der Vergiftung, und erhielt vom Papst ein prächtiges Begräbnis im Pantheon. Er war der erste der es wagte, astronomische Ephemeriden auf 30 Jahre vorher zu berechnen, die sehr genau zutrafen; so wie er der erste war, der in Europa einen Kometen beobachtete (1472) und seine Entfernung berechnete. Er ergänzte die Lücken in der Trigonometrie durch viele neue Sätze, und gab ihr die vollkommene Gestalt, in der sie noch jetzt der Sternkunde so großen Nutzen leistet. Man rechnet ihn unter die Astronomen, die der Pythagoräischen Lehre von der Bewegung der Erde geneigt waren, weil sie die Unzulänglichkeit des Ptolemäischen Systems einsahen: sechzig Jahre später wäre vielleicht Regiomontan der Erfinder des wahren Sonnen-Systems geworden. Auch er starb in der Blüte seiner Jahre; und es ist merkwürdig, daß diese beyden Erneuerer der Astronomie ihr thätiges Leben nicht auf vierzig Jahre gebracht haben.

Walther.

Der dritte Teutsche dieses Jahrhunderts, der an der Wiederherstellung der Sternkunde thätigen Antheil hatte, war Bernhard Walther (1430 bis 1504), ein reicher Nürnberger Patrizier, der zur Beförderung dieser Wissenschaft fürstlichen Aufwand machte. Als Regiomontan nach Nürnberg kam, genoß Walther seinen Unterricht, ließ die von ihm angegebenen Instrumente auf seine Kosten verfertigen, legte eine Druckerei in seinem Hause an, beobachtete mit ihm, und nach dessen Abreise, 30 Jahre bis an seinen Tod. Seine Beobach-

tungen, eine kostbare Ruine aus jener Zeit, sind mit großem Fleiß und kritischer Beurtheilung gemacht. Er war der erste, der sich einer Uhr mit Räderwerk, und der Methode bediente, den Ort der Planeten durch ihre Entfernung von zwey Fixsternen zu bestimmen. Auch entdeckte er zuerst unter den Neuern die astronomische Stralenbrechung. Ein Fleck in seinem Karakter ist es, daß er Regiomontans Manuskripte, die er von dessen Erben gekauft hatte, vor jedermann geheim hielt, wodurch viele derselben verloren sind. Nach seinem Tode kaufte der Rath zu Nürnberg Walthers und Regiomontans Manuskripte für die Raths-Bibliothek, aus welcher viele davon im Druck erschienen sind.

Dieses Jahrhundert ist auch durch die Errichtung eines Gnomons in Florenz berühmt, des höchsten der je aufgeführt ist.

Im 15ten Jahrhundert war die Sternkunde von den Teutschen aus der Finsterniß, die ganz Europa bedeckte, wider hervorgebracht; im 16ten und 17ten machte sie durch den Fleiß und das Genie eben dieser Nation schnelle Fortschritte; im 17ten und 18ten ward sie endlich durch den Scharfsinn der gebildetsten Nationen Europens, der Teutschen, Engländer und Franzosen, zum höchsten Grade der Vollkommenheit gebracht. Die wichtigsten Bereicherungen dieser Wissenschaft im sechszehnten Jahrhundert sind, die Erfindung des wahren Weltsystems durch Kopernik, die Einführung genauerer Beobachtungs-Methoden durch Tycho, wodurch zugleich die großen Erfindungen Keplers veranlaßt wurden, die Vervollkommnerung und feinere Eintheilung der astronomischen Instrumente durch Tycho, Byrg und Nuñez, die Reform des Kalenders unter dem Papst Gregor XIII, und die wissenschaftliche Gestalt, die die Schiffahrt und die Theorie der Sonnen-Uhren erhielt. Die Namen Kopernik und Tycho sind die grösten Zierden dieses Jahrhunderts, und werden nie

16. Jahrhundert.

vergessen werden, so lange die Menschen noch Sinn für die Wissenschaften haben.

Nach verschiedenen Astronomen im Anfange dieses Jahrhunderts, als Werner und Schoner in Nürnberg, Tannstetter in Wien, Stoeffler in Tübingen, Apianus (oder Bienenwitz) zu Ingolstadt, ꝛc. die fleißige Beobachter waren, und dem Jahrhundert Ehre gemacht haben würden, wenn ihr Ruhm nicht durch größere Männer verdunkelt wäre, erschien endlich Kopernikus. Dieser große Mann war zu Thorn in Preußen den 19 Januar 1472 geboren. Nachdem er in Krakau die Doktor-Würde in der Medizin erhalten hatte, besuchte er, nach damaliger Gewohnheit, Italien, um die Astronomie zu studiren, war einige Zeit Professor der Mathematik in Rom, und kehrte im Anfange des 16ten Jahrhunderts in sein Vaterland zurück, wo ihm sein Mutterbruder, der Bischof von Ermeland, ein Kanonikat in Frauenburg gab, welches ihn in den Stand setzte, sich seinem Lieblings-Studium der Sternkunde ganz zu widmen. Er fühlte bald, was schon viele vor ihm gefühlt hatten, aber er fühlte lebhafter als alle vor ihm, die Unzulänglichkeit des Ptolemäischen Systems, alle Bewegungen der Planeten zu erklären, die Unwahrscheinlichkeit, daß die wahre Einrichtung des Sonnen-Systems so verwickelt wäre, wie der Grieche sie durch seine Epizykel darstellte, und die schwachen Beweise, worauf sich diese uralte Meinung gründete. Voll von diesen Ideen, studirte er nun die Alten, suchte vernünftigere Meinungen bey ihnen, und fand mit freudigem Erstaunen, daß die Pythagoräer der Erde eine tägliche Bewegung um ihre Axe, und eine jährliche um die Sonne beygelegt hätten, und daß die Bewegung des Merkurs und der Venus um die Sonne schon von den Egyptiern angenommen war. Ueberrascht von der einfachen Ordnung und der leichten Erklärung der himmlischen Bewegungen, die sich nun darbot, zweifelte er nicht mehr an der Richtigkeit dieses Systems; aber frey von Eitelkeit und Pralerei, genoß er seine Freude im stillen, und trat

Kopernikus.

mit seiner großen Entdeckung nicht ehr hervor als bis er sich durch 36jährige Beobachtungen und Untersuchungen überzeugt hatte, daß alle Erscheinungen am Himmel bis auf die kleinsten Umstände durch diese Hypothese vollkommen erklärt würden: und auch dann entschloß er sich dazu nur auf dringende Bitte aufgeklärter und bedeutender Männer, und empfal seine Entdeckungen der gelehrten Welt nur als eine leichtere Rechnungs-Methode. So wahr ist es, daß die grösten Erfinder die übrigen Menschen gewöhnlich eben so sehr an Bescheidenheit, als an Genie übertreffen. Im Jahr 1543 erschien endlich sein Werk de revolutionibus orbium coelestium zu Nürnberg im Druck, und wenige Tage nachher starb Kopernik am 24 May in einem Alter von 71 Jahren. Sein einfaches Grab ziert keine Grabschrift; aber sein Name nimt in der Geschichte der menschlichen Kultur eine der ersten Stellen ein. Die Entwicklung des Kopernikanischen Systems wird einer der vornehmsten Gegenstände dieses Werks seyn, und würde daher hier um so mehr am unrechten Orte seyn. Um Koperniks Verdiensten Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, muß man sich in sein Zeitalter versetzen. Es ist wahr, er fand in den Schriften der Alten die Bruchstücke, aus denen er sein System zusammen setzte; allein er war der erste, der den Muth hatte, laut zu sagen, daß die Welt sich seit Jahrtausenden über einen der alltäglichsten Gegenstände geirrt hätte, und daß alle himmlischen Bewegungen, so wie man sie bisher zu sehen geglaubt hatte, optischer Betrug wären: er wagte es, Vorurtheile umzustürzen, die durch ihr Alter ehrwürdig waren, die sich auf das Ansehen eines Mannes wie Ptolemäus stützten, den seit 1400 Jahren alle Astronomen als ihren Lehrer verehrten, und die sogar auf die heiligeren Aussprüche der Bibel gegründet zu seyn schienen. Koperniks Genie zeigte sich aber auch in der Art, wie er aus seinem neuen System alle Erscheinungen, besonders die Jahrszeiten erklärte, und in der Kühnheit, womit er den Fixsternen eine Entfernung, vor der die Einbildungskraft schwindelt, bey-

legte, um einen der stärksten Einwürfe gegen sein System zu beantworten. Der wichtigste Vortheil dieses Systems war, daß die zweyten Epizykel, die Ptolemäus gebraucht hatte, um die so genannte erste Ungleichheit der Planeten, ihren scheinbaren Stillstand und Rückgang zu erklären, wegfielen. Um aber die wirklichen Unregelmäßigkeiten jedes Planeten in seiner Bahn um die Sonne zu erklären, brauchte Kopernik die ekzentrischen Kreise und Epizykel sogar noch mehr als Ptolemäus, weil die vollkommeneren Beobachtungen der Neuern nicht mehr mit den Ptolemäischen einfacheren Hypothesen übereinstimmten. So befriedigend das Kopernikanische System für den Philosophen sowol als für den Astronomen seyn muste, so wenige Anhänger fand es doch anfänglich. Die Beobachtungen musten erst eine größere Genauigkeit erhalten, um die Unstatthaftigkeit des Ptolemäischen Systems auffallender zu machen; und der erklärte Gegner jenes Systems, Tycho, so viel Schaden er demselben auch anfänglich durch seine Stimme that, erzeigte ihm wesentliche Dienste durch die besseren Beobachtungs-Methoden, die er in der Sternkunde einführte, und durch welche sein großer Schüler Kepler das Kopernikanische System astronomisch bewies. Erst im 17ten Jahrhundert fing es an, allgemeinen Eingang zu finden, und zog sich wahrscheinlich eben dadurch die Verfolgungen zu, denen es im Anfange entging. Indes mus man gestehen, daß auch schon im 16ten Jahrhundert fast alle wahre Astronomen dieses System annahmen, und daß nur die Halbgelehrten dagegen eiferten.

Reinhold. Reinhold, Professor zu Wittenberg, gab zuerst (1551) astronomische Tafeln heraus, die er nach dem Kopernikanischen System berechnet hatte. Durch seine Hypothese, daß die Merkurs-Bahn oval oder elliptisch sey, bewies er Genie, und zeigte gewissermaßen Keplern den Weg.

Wilhelm IV. Wilhelm IV, Landgraf von Hessen, verdient nicht bloß als Beschützer der Sternkunde, sondern selbst als Astronom, mit Ehrfurcht genannt zu werden. Er beobachtete den Him-

mel zwanzig Jahre mit ununterbrochenem Fleiß, und erbauete 1561 eine Sternwarte zu Kassel, die er mit vortrefflichen Instrumenten versah. Seine Beobachtungen betreffen besonders die Fixsterne, von denen er 400 mit großer Genauigkeit und durch dieselben Methoden bestimmt hat, die die Astronomen noch jetzt gebrauchen.

Moestlin. Moestlin, Professor zu Tübingen, war einer der eifrigsten Anhänger des Kopernikanischen Systems, und ein Mann von Genie, wie seine Beobachtungen, bey denen er den Mangel an Instrumenten durch sehr sinnreiche Methoden ersetzte, ferner die wahre Erklärung die er zuerst von dem aschfarbigen Lichte des Neumonds gab, und seine richtigen Gedanken über die Kometenbahnen beweisen. Als Keplers Lehrer hat er Ansprüche auf den Dank jedes Astronomen.

Tycho Brahe. Die letzte Hälfte dieses Jahrhunderts brachte einen der größten praktischen Astronomen hervor, die je gelebt haben, und dem nicht allein die Beobachtungskunst, sondern auch die Theorie der Sternkunde, wovon jene der Grund ist, unendlich viel zu danken hat. Tycho, aus der edlen Familie Brahe, ward den 13 Dezember 1546 auf einem Familien-Gute in Schonen geboren. Es war eine Sonnenfinsterniß, und ihre genaue Uebereinstimmung mit der Rechnung, die den Jüngling von 14 Jahren zum Studium der Sternkunde auf immer bestimmte. Er studirte in Leipzig die Rechte, und da er seine Neigung zur Sternkunde vor seinen Vorgesetzten verbergen muste, so gebrauchte er die Stunden der Nacht, um den Himmel zu beobachten und diese Wissenschaft zu studiren. Schon im 17ten Jahre bemerkte er die Unrichtigkeiten der Planeten-Tafeln, und nahm sich vor, sie zu verbessern. Er ging in sein Vaterland zurück, verließ es aber bald wider wegen der wenigen Achtung, die die Astronomie in Dänemark genoß. Bis in sein 26stes Jahr hielt er sich in Teutschland auf, und brachte diese Zeit in Rostock, Wittenberg, Augsburg, ꝛc. mit Beobachtungen und Verfertigung astronomischer Instrumente zu. Bes-

sere Aussichten für seine Lieblings-Wissenschaft riefen ihn in sein Vaterland zurück, und 1576 ließ er sich unweit Kopenhagen auf der Insel Hveen nieder, die ihm König Friedrich II auf Lebenszeit einräumte. Hier erbaute er auf königliche Kosten die unter dem Namen Uraniburg berühmte Sternwarte, wo er mit den unter seiner Aufsicht und nach seinen Ideen verfertigten Werkzeugen, 20 Jahre beobachtete. Nach dem Tode seines königlichen Gönners (1597) trieb ihn Neid und Verfolgung wider aus seinem Vaterlande, das allein Tycho's Werth nicht zu schätzen wuste: von dem Tempel, den er der Urania errichtet hatte, war 50 Jahre nachher keine Spur mehr zu finden, und nur ein einziger Greis erinnerte sich Tycho's und seiner Sternwarte. Nachdem er sich ein Jahr in Wandsbeck bey Hamburg aufgehalten hatte, ging er nach Prag, wo er vom Kayser Rudolph eine ansehnliche Pension erhielt, und einige Jahre mit Keplern gemeinschaftlich beobachtete, bis 1601 im Alter von 55 Jahren ein unglücklicher Zufall seinem Leben ein Ende machte. Unter heftigen Schmerzen starb Tycho, nachdem er oft die Worte widerholt hatte: „ne frustra vixisse „videar“ *.

Tycho ist bekannt als der Erfinder eines neuen Sonnen-Systems, das er dem Kopernikanischen entgegen setzte; allein, wenn er keine andre Verdienste um die Sternkunde hätte, würde sein Name längst vergessen seyn. Den Theil des Kopernikanischen Systems, der die Planeten um die Sonne laufen läst, konnte man als astronomisch bewiesen ansehen, weil er die einzige vernünftige Erklärung vom Stillstande und Rückgange der Planeten giebt: Tycho nahm ihn daher an. Ob aber nun die Sonne nebst den Planeten um die Erde, oder ob diese um die Sonne liefe, war für die Erklärung der Phänomene ganz gleichgültig; und die astronomischen oder physischen Beweise für die wirkliche Bewegung der Erde wurden erst lange nachher

* S. *Tychonis vita, Autore Gassendo.* lib. 5. pag. 178.

entdeckt. Tycho behielt also den Theil des alten Systems bey, weil dadurch alles eben so gut erklärt ward, und Kopernik hier keine Beweise für sich hatte; Kopernik aber fand diese Beweise in der einfacheren Ordnung und Analogie, und es ist gewiß, daß z. B. der Bewohner des Jupiters eben die Gründe, worauf Tycho sich stützt, dafür anführen kann, daß dieser Weltkörper für den Mittelpunkt der Sonnenbahn anzunehmen sey, daß es also so viele widersprechende Tychonische Systeme gibt als Planeten; da hingegen das Kopernikanische System nicht allein an sich weit einfacher ist, sondern auch durch das ganze Sonnen-System ungeändert bleibt, und für alle Planeten dieselbe einfache Ordnung und innere Wahrscheinlichkeit hat. Man muß sagen, daß Kopernik mehr als Philosoph, Tycho mehr als Astronom verfuhr. Jener hatte aus unvollkommenen Beobachtungen das wahre Sonnen-System hergeleitet; Tycho glaubte mit Recht, daß erst die praktische Astronomie verbessert werden müste, ehr man die Berichtigung der Theorie unternehmen könnte. Er handelte also als wahrer Astronom, allen Fleiß auf die Verbesserung der Beobachtungen zu wenden; allein er handelte nicht als Philosoph, dasjenige System zu verwerfen, welches die bisher bekannten Bewegungen der Himmels-Körper auf die einfachste und befriedigendste Art erklärte, und ein weniger wahrscheinliches an dessen Stelle zu setzen. Man kann den großen Mann hier nicht ganz von der Eitelkeit frey sprechen, seinen Namen durch ein neues System verewigen zu wollen; es sey dann, daß die von ihm so sehr geltend gemachten Widersprüche des Kopernikanischen Systems gegen die Bibel wirklich etwas mehr als Vorwand waren. Tycho hat unendliche Verdienste um die praktische Astronomie, der er eine ganz neue Gestalt gab; allein durch die genaueren Beobachtungen, die er mit den von ihm erfundenen größeren und vollkommeneren Werkzeugen zu machen im Stande war, bereicherte er zugleich die theoretische Astronomie mit vielen wichtigen Entdeckun-

gen, und lieferte selbst den stärksten Beweis für das von ihm verworfene Kopernikanische System.

Seine erste Arbeit war ein genaueres Verzeichniß, als man bisher gehabt hatte, von tausend Fixsternen; und es ist merkwürdig, daß Tycho, wie Hipparch, durch die plötzliche Erscheinung eines neuen Sterns von dem großen Gedanken belebt ward, die ganze Astronomie zu reformiren, und den Himmel von neuem durchzumustern. Tycho bewies zuerst durch die Entfernung der Kometen, die er astronomisch bestimmte, daß diese Kometen nicht, wie man bisher geglaubt hatte, Meteore unsrer Atmosphäre, sondern weit jenseits der Mondbahn, vielleicht um die Sonne laufende Weltkörper wären. Er bestimmte zuerst durch astronomische Beobachtungen und Rechnungen mit Genauigkeit die Größe der Stralenbrechung im Horizont, und berechnete Tafeln für verschiedene Höhen, die freylich noch sehr fehlerhaft waren; aber der erste Schritt war nun geschehen, diesen für die Sternkunde äußerst wichtigen Gegenstand aufzuklären. Er bestimmte die Länge des Sonnenjahrs genau, erfand die Methode, die Polhöhe in einer Nacht durch die Polarsterne zu finden, und entdeckte zuerst die wirkliche Verrückung der Sonnenbahn. Allein die wichtigsten Entdeckungen, die Tycho machte, betrafen den Mond. Außer den zwey von Ptolemäus entdeckten Ungleichheiten dieses Weltkörpers, fand Tycho eine dritte sehr beträchtliche, und entdeckte zugleich eine Verrückung der ganzen Mondbahn. Uebrigens verdient es bemerkt zu werden, daß auch Tycho sich genöthigt sah, die Ptolemäischen Epizykel beyzubehalten und sogar mit neuen zu vermehren. Die unschätzbare Sammlung von Tycho's dreyßigjährigen Beobachtungen kam erst 70 Jahre nach seinem Tode aus Dänemark in den Besitz der Pariser Akademie der Wissenschaften: die kurz vorher gedruckte Ausgabe derselben war nach einer fehlerhaften Abschrift gemacht.

17. Jahrhundert. In der langen Reihe von Jahrhunderten, die die Geschichte unsrer Kultur, doch öfter nur unsrer Laster und Thor-

heiten enthalten, zeichnet sich das siebzehnte vor allen andern aus. Die Riesenschritte, die der menschliche Geist in diesem Jahrhundert gemacht hat, müssen ihm die Bewundrung selbst höherer Geister erwerben. Man wird in der That von einer Art von ehrfurchtsvollem Schauder ergriffen, wenn man einen Blick auf die lange Liste großer Erfindungen dieses Jahrhunderts wirft: man wird versucht, die Sterblichen dieses Zeitalters für höhere Wesen zu halten; und man fühlt sich stolz und gedemüthigt zugleich durch die Ueberzeugung, daß sie nur Wesen unsrer Art waren. Die Erfindungen, die die Europäer des 17ten Jahrhunderts in den eigentlichen Wissenschaften, der Geometrie, Physik, Astronomie, und den übrigen Theilen der Mathematik gemacht haben, sind so wichtig, daß eine jede derselben dem Jahrhundert eine ausgezeichnete Stelle in der Weltgeschichte geben würde, und so zahlreich, daß das ganze an großen Geistern so reiche 18te Jahrhundert, in der Bearbeitung, Ausführung und Vervollkommenerung dieser Erfindungen, Beschäftigung genug gefunden hat. Von diesen Erfindungen, die den menschlichen Geist im glänzendsten Lichte zeigen, lassen sich hier nur diejenigen erzählen, die die Sternkunde zum Gegenstande, oder doch einen unmittelbaren Einfluß auf diese Wissenschaft hatten; und die Menge der großen Männer dieses Jahrhunderts, die die Zierde ihres Geschlechts waren, erlaubt uns nur, die vornehmsten von ihnen zu nennen.

Neper. Die erste der Erfindungen, durch die sich das 17te Jahrhundert so sehr auszeichnet, war die der Logarithmen durch den Schottländer Johann Neper Baron von Merchiston. Es scheint, daß schon zwey Teutsche des 16ten Jahrhunderts, Stifel und Bürg, diese Idee gehabt hatten, ohne sie doch weder zu benutzen noch bekannt zu machen: so daß man unstreitig Nepern diese sinnreiche Erfindung zu danken hat, wodurch zum großen Nutzen der Sternkunde, nicht allein die mühsamsten Rechnungen außerordentlich erleichtert sind, sondern auch die Trigonometrie, dieses Werkzeug der Astro-

nomie, eine ganz neue Gestalt erhalten hat. Neper, Brigg, und andre, die die Logarithmen-Tafeln berechnet haben, müssen von jedem Mathematiker mit Dank genannt werden: sie opferten ihr ganzes Leben einer mühsamen und langweiligen Rechnung, um der Nachwelt die Arbeit zu erleichtern: sie verkürzten ihr Leben, um das unsrige zu verlängern.

Erfindungen des 17. Jahrhunderts.

Zu den mathematischen Erfindungen dieses Jahrhunderts, denen die Sternkunde großentheils ihre jetzige Vollkommenheit verdankt, gehört besonders: die Verbesserung der Analyse und Algebra durch Des Cartes in Frankreich, und die Anwendung, die dieser philosophische Kopf davon auf die Geometrie machte; die Entdeckung der Gesetze der Schwere durch Galileo in Pisa, und die Theorie der Bewegung und der Kräfte überhaupt, besonders aber der Zentral-Kräfte, mit einem Worte, die Dynamik und Mechanik durch Huygens in Holland, Wallis und Newton in England; die Theorie des Pendels und dessen Anwendung auf die Uhren durch Huygens; und die Erfindung der Rechnung des Unendlichen, des Differenzial- und Integral-Kalkuls durch Newton in England und Leibnitz in Teutschland. Diese Erfindung, die erhabenste die der menschliche Geist je gemacht hat, gab ganz neuen Wissenschaften das Daseyn, von denen die Alten nur das Bedürfniß gefühlt hatten, und die die Gränzlinie zwischen der ältern und neuern Mathematik ausmachen. Die sie machten, waren größtentheils Astronomen, wiewol nicht praktische; und ihr Nutzen zeigte sich zuerst in dieser Wissenschaft. Man wird daher erwarten, daß die eigentlichen astronomischen Entdeckungen dieses Jahrhunderts nicht minder wichtig und zahlreich waren. Hieher gehören besonders: die Erfindung der Fernröhre, die zuerst von einem holländischen Glasschleifer durch einen glücklichen Zufall gemacht, bald aber von Galileo, Kepler, Gregory und Newton, zu größerer Vollkommenheit gebracht ward; die Entdeckung der Gesetze und der physischen Theorie der Stralenbrechung durch

Snell in Holland; die endliche Entdeckung der einfachen Gesetze aller himmlischen Bewegungen durch Kepler in Teutschland; der Jupiters-Trabanten durch Mayer in Teutschland und Galileo in Italien; und der Sonnen-Flecken durch Fabrizius in Wittenberg, Scheiner in Ingolstadt, und Galileo in Rom; die erste Beobachtung des Merkurs und der Venus in der Sonne durch Gassendi zu Paris und Horrockes in England; die Grad-Messungen in Frankreich und England; die Entdeckung des Ringes und der Trabanten Saturns durch Huygens in Holland und Kassini in Frankreich: die erste Beobachtung der Finsterniße der Jupiters-Trabanten, die Umdrehung der Planeten um ihre Axe, und die Berechnung der Bahnen der Jupiters-Trabanten nebst der Anwendung derselben auf die Geographie, durch Kassini; die Entdeckung der Abnahme der Schwere nach dem Aeqvator hin, durch Richer im französischen Amerika, und die daraus hergeleitete Schwungkraft und an den Polen eingedrückte Gestalt der Erdkugel, durch Huygens und Newton, welches den ersten direkten Beweis für die tägliche Bewegung der Erde gab; die Entdeckung der Bewegung der Lichtstralen und ihrer Geschwindigkeit durch Roemer in Kopenhagen, wodurch die jährliche Bewegung der Erde physisch bewiesen war; endlich die große Entdeckung der allgemeinen Schwere und ihrer Gesetze, durch Newton, wodurch die Universalkraft, die alles in der Natur zusammen hält, und Planeten, Kometen, Monde und Sonnen in ihren Bahnen führt, gefunden war. Die Total-Verbesserung der astronomischen Instrumente, die Stiftung der Akademien der Wissenschaften in England und Frankreich, und die Erbauung der Sternwarten in Paris und Greenwich, sind ebenfalls Früchte dieses Jahrhunderts, deren wohlthätigen Einfluß die Sternkunde noch jetzt genießt.

Kepler und Newton.

Die lange Reihe großer Männer, aus denen das Gemälde des 17ten Jahrhunderts zusammengesetzt ist, fängt mit Kepler an, und endet mit Newton: zwey Namen, auf die das Menschengeschlecht stolz seyn darf, die in den Annalen der Sternkunde ewig leben, und nie ohne Ehrfurcht genannt werden müssen. Es ist hier nicht von Entdeckungen die Rede, die für einzelne Jahrhunderte nützlich sind, bis glücklichere Erfindungen sie verdrängen. Es sind die ewigen und einfachen Gesetze der Natur, denen alle Bewegungen der Weltkörper unterworfen sind. Kepler entzifferte die Schrift, in welcher diese Gesetze am Sternenhimmel geschrieben waren, und die niemand vor ihm zu lesen vermocht hatte: Newton entdeckte ein noch allgemeineres Natur-Gesetz, von dem die Keplerschen Gesetze nur eine nothwendige Folge sind. Der eine war bloß Astronom, der die Mathematik als ein unentbehrliches Hülfsmittel gebrauchte; der andre sah die ganze Astronomie nur als einen einzelnen Folgesatz der von ihm erfundenen allgemeinen mathematischen Theorie wirkender Kräfte an. Jener schrieb ein Gesetzbuch, dieser den Geist der Gesetze. So wie es aber leichter ist, über den Geist der Gesetze zu philosophiren, wenn man ein vollkommenes Gesetzbuch vor sich hat, in dem dieser Geist in seiner ganzen Reinheit bis in das kleinste Detail zum Grunde liegt, so darf man auch zweifeln, ob Newton den physischen Grund der Gesetze des Himmels ohne Keplern entdeckt hätte, ob er diese Gesetze würde haben a priori beweisen können, wenn sie Kepler nicht vorher a posteriori bewiesen hätte. In dieser Rücksicht kann man Keplern Newtons Lehrer nennen; und es würde schwer zu entscheiden seyn, wem von beyden die Sternkunde mehr zu danken habe, wenn man gleich das erhabenere und ausgedehntere Genie Newtons anerkennen muß *.

---

* Das Urtheil eines Franzosen wird hier unverdächtiger scheinen. Bailli sagt von ihm (*Hist. de l'Astron. moderne.* Tome 2. §. 3.): „Kepler, par l'ascendant de son génie, commence notre supério-

Kepler, geboren den 27 Dezember 1571 zu Wiel im Würtemberaischen, stammte aus einer adlichen Familie. Sein Vater war Hauptmann in Neapolitanischen Diensten, kam aber, wie es scheint, durch schlechte Aufführung so zurück, daß er einen Gasthof anlegte, und endlich im grösten Elend umkam. Kepler war also ohne Unterstützung von seinen Eltern und übrigen Verwandten, bloß seinem Schicksale und seinen eigenen Kräften überlassen. Er studirte bis in sein zwanzigstes Jahr die Theologie zu Tübingen, predigte oft und mit Beyfall; und nur mit Mühe bewog ihn sein Lehrer in der Mathematik, Möstlin, sich der Sternkunde zu widmen. Schon im 22sten Jahre ward er Professor der Mathematik zu Grätz, und gab im 25sten Jahre sein erstes Werk heraus *, welches, obgleich voll Pythagoräischer Träumereyen über das Geheimnisvolle gewisser Zahlen und Verhältnisse, ihm doch die Achtung Tycho's erwarb, auf dessen Verlangen er nach Prag kam, und kurz vor seinem Tode sein Gehülfe und kayserlicher Mathematikus ward. Nachdem er eilf Jahre zu Prag in der grösten Dürftigkeit gelebt hatte, weil ihm seine Pension nicht bezahlt ward, brachte er 15 Jahre in Linz als Professor der Mathematik zu. Darauf hielt er sich drey Jahre in Ulm, und ein Jahr unter dem Schutz des berühmten Wallensteins in Sagan auf. Die Reisen die er machen muste, um die Bezahlung seiner Pension zu erbetteln, und der Unterricht den er zu geben gezwungen war, um seiner Familie Brod zu schaffen, raubten der Welt eine Zeit, die nützlicher und edler hätte verwandt werden können. Nachdem er das letzte Jahr seines Lebens zu Rostock als Professor zugebracht hatte, starb er, niedergedrückt von Sorgen und

Kepler.

„rité sur les anciens: il a détruit l'édifice des anciens pour en „fonder un plus stable et plus élevé. Il est le véritable fonda„teur de l'astronomie moderne, et c'est un présent que la Ger„manie a fait à l'Europe".

*. *Mysterium cosmographicum.*

Kummer, zu Regensburg (den 15 November 1631), und hinterließ seiner Familie nichts als einen unsterblichen Namen. Man kann dem Manne seine Bewunderung nicht versagen, der die grösten Entdeckungen, die dem menschlichen Geiste je gelungen sind, unter drückenden Nahrungs-Sorgen und in beständigem Kampfe gegen die äußerste Armuth machte. Um aber den großen Mann ganz zu schätzen, muß man seine zahlreichen Werke studiren, und ihm Schritt vor Schritt auf dem dornigten Pfade seiner Untersuchungen folgen.

Die Vergleichung der scheinbaren Größe der Sonne mit ihrer verschiedenen Geschwindigkeit überzeugte ihn zuerst, daß die Ungleichheit ihrer Bewegung nicht bloß scheinbar sondern wirklich sey. Er änderte hienach den ekzentrischen Kreis für die Bahn der Sonne oder der Erde; und sein nächster Gegenstand war nun, eine ähnliche Kreisbahn auch bey den übrigen Planeten zu versuchen, besonders beym Mars, dessen Unregelmäßigkeiten die merklichsten sind, und den Tycho mit der grösten Sorgfalt beobachtet hatte. Die großen Entdeckungen, die er machte, gründen sich fast allein auf Tycho's Beobachtungen; und er hätte sie vielleicht früher oder leichter gemacht, wenn Tycho nicht so verschlossen gegen ihn gewesen wäre. So bald er nach Tycho's Tode dessen Manuskripte in die Hände bekam, arbeitete er nach denselben sein Werk *de motibus stellae Martis* aus, das die wichtigsten seiner Entdeckungen enthält. Keplers erfindrischer Geist zeigt sich nirgends deutlicher, als in den unzähligen sinnreichen Methoden, wodurch er die Entfernung der Planeten von der Sonne, ohne alle Hypothese unmittelbar aus den Beobachtungen herleitete, und den Planeten immer in die für seinen Zweck vortheilhafteste Lage zu setzen wuste. Allein die strenge Unpartheylichkeit, womit er jede Hypothese, durch die er nun endlich die so lange gesuchte Wahrheit gefunden zu haben glaubte, von neuem prüfte; der entschlossene Muth, womit er seine vermeinten Entdeckungen, wenn sie nicht die strengste Prüfung aushielten, verwarf, die mühsam geendigte Untersuchung

von neuem anfing, und durch unzählige vergebene Versuche sich nicht abschrecken ließ, einen neuen zu wagen — dies beweist mehr als Genie: es beweist Stärke des Geistes, philosophischen Kopf, unüberwindliche Wahrheitsliebe, und unermüdeten Fleiß. Man mus erstaunen, wenn man lieset *, daß Kepler, weil damals die Logarithmen, die die Rechnungen so sehr erleichtern, noch nicht erfunden waren, um eine einzelne Beobachtung zu berechnen, zehn Folio-Seiten mit Zahlen anfüllen muste, und daß er jede solcher Rechnungen siebzigmal widerholte, welches 700 Folio-Seiten voll Zahlen ausmacht. Auf solchem mühsamen Wege gelang Kepler endlich zu dem wichtigen Resultat, daß keine andre krumme Linie die Beobachtungen des Mars darstellte, als eine nach einem gewissen Gesetze um die Sonne beschriebene Ellipse. Kepler sah nun die Planeten, die um einen gemeinschaftlichen Zentral-Körper, die Sonne, laufen, als Bürger eines Staats an; und nachdem er die Gesetze, denen ein jeder einzeln in seiner Sphäre unterworfen ist, so glücklich entdeckt hatte, suchte er nun auch ihre Pflichten gegen einander zu bestimmen, und verglich zu dem Ende die Entfernungen und Umlaufszeiten der Planeten. Nach unzähligen Versuchen fand er endlich das wahre Verhältniß, das zwischen diesen beyden Größen im ganzen Sonnen-System statt findet, das nachher bey Weltkörpern bestätigt ist, die damals noch nicht entdeckt waren, und das Newton vorzüglich zu seinen großen Entdeckungen den Weg bahnte **. Durch diese drey Lehrsätze, die von ihrem Erfinder den Namen der Keplerschen Gesetze erhalten

---

* *de mot. stellae Mart.* part. 2. cap. 16. pag. 95.

** Es ist merkwürdig, von welchen Kleinigkeiten oft die grösten Entdeckungen abhängen. Unter mehreren Verhältnissen hatte Kepler auch das einzige richtige versucht, aber einen Rechnungsfehler begangen, der ihn nöthigte, es als falsch zu verwerfen. Einige Monate nachher (den 15 May 1618) nahm er glücklicherweise die Rechnung nochmals vor, verrechnete sich diesmal nicht, und machte nun die große Entdeckung.

haben; war nun das Gesetzbuch des Reichs der Sonne vollendet, aber nicht die Reihe wichtiger Entdeckungen, womit Kepler die Wissenschaften bereicherte. Die Sternkunde verdankt ihm besonders: die erste gute Methode, die Planeten-Bahnen durch Beobachtungen zu bestimmen; eine sinnreiche Methode, der man sich noch bedient, die Sonnen-Finsternisse zu berechnen, indem er sich in die Sonne versetzt, und von dort den Weg des Mond-Schattens über die Erde betrachtet; die ersten nach dem wahren Sonnen-System berechneten Planeten-Tafeln, eine Frucht zwanzigjähriger Arbeiten, die er unter dem Namen der Rudolphinischen Tafeln herausgab, und die allen spätern zum Muster gedient haben; und eine Menge Beobachtungen, durch die er die Tychonischen ergänzte. Kepler bewies zuerst, vor Erfindung der Teleskope, das Daseyn der Monds-Flecken, und sah mit dem Auge des Genies das Sonnenlicht auf den Spitzen der Monds-Berge glänzen, wenn die Schatten sich bereits über die Thäler zogen. Selbst in der physischen Astronomie enthalten Keplers Schriften viele glückliche Hypothesen, die sein Genie beweisen und Winke für Newton waren, die dieser große Geist mit so glücklichem Erfolge benutzte. Kepler erklärte die unregelmäßige Bewegung des Mondes aus der Wirkung der Sonne, ahnete die allgemeine Gravitation oder Attraktion aller Körper, schrieb die Ebbe und Flut der Anziehung des Monds zu, und erkannte die gegenseitige Attraktion des Monds und der Erde, der Sonne und der Planeten. Selbst die nachher durch Beobachtungen bestätigte Umdrehung der Sonne um eine Axe leitete er aus physischen Gründen her *. Auch die optischen Wissenschaften verdanken Keplern viele der wichtigsten Entdeckungen. Er gab zuerst eine mathematische Theorie von der Art, wie die Lichtstralen in den geschliffenen Gläsern und Teleskopen gebrochen werden, und erfand das eigent-

* *Epit. Astr. Copern.* an vielen Stellen, besonders lib. 4 und 6.

liche astronomische Teleskop mit zwey konvexen Gläsern *. Sein Werk über die Optik ** enthält eine Menge Ideen, die mit dem Stempel des Genies geprägt sind, und viele optische Entdeckungen, besonders über die astronomische Strahlenbrechung. Eine seiner sinnreichsten Erfindungen ist unstreitig die physische oder mathematische Theorie des Sehens, wodurch sich Kepler auch als großer Physiolog zeigte, und den Anatomen zuerst den Nutzen und die Verrichtungen der verschiedenen Theile des Auges lehrte. Keplers Genie zeigte sich in allen Wissenschaften, mit denen er sich beschäftigte. Seine Ausmessung der Fässer *** enthält, gleich der Sandrechnung Archimeds, über einen geringen Gegenstand die erhabensten Ideen, die gewiß zu der bald nachher gemachten Erfindung des Infinitesimal-Kalkuls viel beygetragen haben. Er gebraucht darin zuerst den Begriff des Unendlichen, und macht davon häufige Anwendung auf die Geometrie.

Keplers Zeitgenosse war Galileo (geb. zu Pisa 1564, gest. 1642), dieser berühmte Märtyrer des Kopernikanischen Systems. Der Eifer, womit er sich für dieses System erklärte, zog ihm 1615 einen Inquisitions-Prozeß zu, von dem er sich nur durch einen förmlichen Widerruf der Wahrheit rettete. Eine satyrische Vertheidigung des Kopernikanischen Systems, wodurch er sich zu rächen oder seine Schwachheit gut zu machen suchte, war Ursache, daß er 1632 zum zweyten Mal vor der Inquisition erscheinen, und die gottlose Ketzerey Kopernik's feyerlich abschwören muste. Demohnerachtet ward der siebzigjährige Greis noch ein Jahr im Gefängniß gehalten, und ward den übrigen Theil seines Lebens in einen Ort im Toskanischen eingeschlossen. Sechs Jahre vor seinem Tode verlor er den einzigen noch übrigen Genuß seines Lebens, sein Gesicht, mit dem er so große Entdeckungen am Galileo.

---

* S. seine *Dioptrice.*

** *Paralipomena ad Vittellionem, seu Astronomiae pars optica.*

*** *Stereometria doliorum.*

Himmel gemacht hatte. Galileo entdeckte die Gesetze der Schwere und die wichtigsten Lehren der Theorie der Kräfte. Die Sternkunde verdankt ihm die ersten teleskopischen Entdeckungen, der unzähligen Menge der dem bloßen Auge unsichtbaren Sterne besonders in der Milchstraße, der Berge im Monde und ihrer Höhe, der vier Jupiters-Trabanten, der Sonnen-Flecken, und der Phasen der Venus, die einer der stärksten Beweise für das Kopernikanische System sind.

Huygens. Gleich nach ihm lebte der scharfsinnige Huygens (geb. im Haag 1629, gest. 1695), dem die Mechanik so viele neue Wahrheiten verdankt, die man als den Grund von Newtons großen Entdeckungen ansehen kann. Nicht weniger wichtig sind seine astronomischen Entdeckungen. Die Pendel-Uhren, dieser große Vorzug der neuern praktischen Astronomie vor der ältern, sind seine Erfindung. Von den sonderbaren Gestalten, unter denen sich Saturn zeigt, und die Galileo zuerst bemerkt hatte, ohne zu wissen was er daraus machen sollte, gab Huygens zuerst die richtige Erklärung, durch einen Ring der den Saturn umgiebt, und entdeckte bey dieser Gelegenheit den ersten von den fünf Trabanten dieses Planeten. Die praktische Astronomie verdankt ihm überdem mehrere Verbesserungen der Teleskope und der astronomischen Instrumente.

Cassini. Zu den großen Männern dieses Jahrhunderts gehört auch Jean Dominique Cassini (geb. in Nizza 1625, gest. 1712). Ludwig XIV machte Frankreich zu seinem zweyten Vaterlande, wo er der erste Bewohner der berühmten im Jahr 1670 geendigten Pariser Sternwarte, und der Stammvater einer Reihe großer Astronomen ward, die noch jetzt durch mehrere Generationen fort dauert. Er war einer der besten und einsichtsvollesten Beobachter, die die Sternkunde je gehabt hat, und auch er verlor, wie Galileo, kurz vor seinem Tode das so nützlich gebrauchte, aber vielleicht zu sehr angestrengte Gesicht. Die Früchte seiner fleißigen Beobachtungen waren: eine vollkommenere Theorie der Sonne,

der Jupiters-Trabanten und ihrer Finsternisse, die Entdeckung der Rotation Jupiters, des Mars und der Venus, der vier übrigen Saturns-Trabanten, des Zodiakal-Lichts, ꝛc.

Halley.

Einer der größten Mathematiker und Astronomen seines Zeitalters war der als Seefahrer und Astronom gleich berühmte Halley (geb. zu London 1656, gest. 1742). Die Frucht seiner Seereisen war die erste genaue Kenntniß von der südlichen Hälfte des gestirnten Himmels. Seinem glücklichen und genialischen Gedanken, aus dem Durchgange der Venus vor der Sonne die Entfernung der Erde und der übrigen Planeten von der Sonne zu berechnen, verdanken wir unsre jetzige genaue Kenntniß von der Größe des Sonnen-Systems. Mit großem Fleiß und Scharfsinn berichtigte Halley die Monds-Theorie, und berechnete Planeten-Tafeln, die nur erst vor wenigen Jahren durch genauere verdrängt sind. Er war der zweyte königliche Astronom oder Beobachter auf der brittischen Sternwarte, die 1666 von Karl II zu Greenwich errichtet ward. Sein Vorgänger war der berühmte Flamstead, der den Himmel 50 Jahre (von 1672 bis 1719) beobachtete, und unter andern die Theorie der Zeitgleichung erfand, die für die astronomischen Rechnungen und Beobachtungen so wichtig ist.

Flamstead.

Hevelius.

Zu den fleißigsten Beobachtern, die die Sternkunde je gehabt hat, gehört unstreitig der berühmte Danziger Bürgermeister Hevelke (geb. zu Danzig 1611, gest. 1687). Von 1641 bis an seinen Tod beobachtete er, mit den vollkommensten Instrumenten der damaligen Zeit, die er mit großen Kosten und zum Theil mit eigenen Händen verfertigte. Die Sternkunde verdankt ihm die ersten Mond-Karten und die erste topographische Beschreibung des Mondes.

Newton.

Alle die großen Männer, die durch ihre Erfindungen dem 17ten Jahrhundert eine so ausgezeichnete Stelle in der Geschichte der Aufklärung erworben haben, wurden durch das größte Genie verdunkelt, das vielleicht je einem Sterblichen zu Theil ward. Sir Isaac Newton (geb. zu Wool-

strop in Lincolnshire den 25 Dezember 1642, gest. den 20 Märtz 1727) ist der Schöpfer der physischen Astronomie, der mechanischen und optischen Wissenschaften, und der Rechnung des Unendlichen. Die philosophische Ruhe in der er sein Leben zubrachte, die stille Bescheidenheit womit er seine großen Entdeckungen bekannt machte, die liebenswürdige Einfachheit seines Karakters, und die reine Unschuld seiner Sitten, machen ihn von Seiten des Geistes und Herzens zu einem der ersten Menschen. Es scheint, die Natur hatte Newton hervorgebracht, um endlich den Schleyer, der sie unsern Augen so lange verhüllt hatte, aufzuheben *, und ihn, um diese Absicht zu erreichen, von allen Leidenschaften befreyt, die seiner großen Bestimmung hätten hinderlich seyn können. Von seiner Kindheit an liebte Newton die Wissenschaften mit einer Leidenschaft, die alle andern verschlang, und suchte die Wahrheit mit einer Ruhe, die ihn vor allen Irrwegen schützte, und auf leichtem und sicherem Pfade zur Entdeckung der verborgensten Kräfte und Gesetze der Natur leitete. Mit welcher Leichtigkeit er seine großen Entdeckungen gemacht hat, beweist die wenige Mühe die er sich gab, sich die Ehre davon zu sichern, die Bescheidenheit womit er sie der Welt vorlegte, die Bereitwilligkeit womit er zurück trat, wenn andre auf dem rechten Wege zu den Entdeckungen, die er bereits gemacht hatte, zu seyn schienen, und die Gleichgültigkeit womit er es ertrug, wenn man sie ihm streitig machen wollte. Im Alter von 27 Jahren, da er die meisten seiner Entdeckungen schon gemacht hatte, ward er Professor der Mathematik zu Cambridge, wo er außer andern Schriften seine *Principia Philosophiae naturalis mathematica* herausgab, das erhabenste Werk das je der menschliche Geist hervorgebracht hat. Newtons große

---

* *Pope's* Epitaph intended for Sir Jsaac Newton in Westminster-Abbey:
„*Jsaacus Newtonus*: Quem immortalem testantur tempus, natura, „coelum: mortalem hoc marmor fatetur".

„Nature, and Nature's laws lay hid in night:
„God said, let Newton be! and all was light".

Entdeckungen erwarben ihm die Achtung Europens, und die Dankbarkeit seines durch ihn geehrten Vaterlandes. Er erhielt 1696 die angesehene und einträgliche Stelle eines Münz-Direktors, in der er Gelegenheit hatte, seinem Vaterlande neue Dienste zu leisten, und ward 1705 von der Königin Anna, die ihn persönlich schätzte, zum Baronet erhoben. Newton hatte alle seine Entdeckungen in der ersten Hälfte seines Lebens gemacht, und brachte die letztre in philosophischer Ruhe, mit den Geschäften seines Amts und der Herausgabe seiner zahlreichen Schriften zu. Seine bisher ungestörte Gesundheit fing im achtzigsten Jahre an schwächer zu werden. Im letzten Jahre seines Lebens litt er am Stein, und starb unter heftigen Schmerzen im Alter von 84 Jahren und 3 Monaten. Keine Klage entfuhr dem Weisen, und mit der ruhigsten Heiterkeit trocknete er die Schweistropfen ab, die der Schmerz ihm auspreßte. Die brittische Nation, stolz darauf, den erhabenen Sterblichen hervorgebracht zu haben, ließ ihn auf das prächtigste in der Westminster-Abtey begraben, und die ersten Peers des Reichs hielten es für eine Ehre, sein Leichentuch zu tragen. Sehr wahr sagt seine Grabschrift: „Sibi gratulentur mortales, tale tantumque extitisse humani generis „decus“.

Alle Theile der Mathematik und Physik sind durch Newton nicht allein mit den wichtigsten Entdeckungen bereichert, sondern haben eine ganz neue Gestalt durch ihn erhalten; keine aber in höherem Grade, als die Sternkunde. Unter den unzähligen Erfindungen, welche die Analyse und Algeber diesem Universal-Genie verdankt, zeichnet sich besonders die Rechnung des Unendlichen oder die Fluxions-Rechnung aus, deren ausgebreiteter Nutzen in der Geometrie und allen Theilen der angewandten Mathematik ohne Gränzen ist, wie ihr Gegenstand. Newton, und Leibnitz der mit ihm zugleich diese Erfindung in Teutschland machte, eröffneten dadurch dem menschlichen Geiste ein ganz neues Reich von Ideen, und streuten einen Samen, der seit 130 Jahren täglich neue Früchte bringt

Die Erfindungen, die Newton in der Optik gemacht hat, sind so wichtig, daß man ihn als den Schöpfer dieser Wissenschaft ansehen kann: unsre Kenntniß von der Entstehung der Farben, der Natur und den Eigenschaften des Lichts, der Theorie der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen, von der Bildung der Regenbogen-Farben, und die vollkommenere Art der Spiegel-Teleskope — alles dies sind Früchte seines Genies; und man muß eben so sehr den sinnreichen Beobachter bewundern, der diese unkörperlichen Wesen zu zerlegen und zusammen zu setzen wuste, als den philosophischen Kopf, der aus den einzelnen Fäden dieser Beobachtungen ein vollständiges System zu weben verstand, und das mathematische Genie, das die ganze Optik als ein geometrisches Problem dem Kalkul zu unterwerfen im Stande war. Aber alle diese großen Entdeckungen, deren jede ihrem Erfinder einen unsterblichen Namen gemacht hätte, wurden durch die erhabenen Entdeckungen verdunkelt, die die Sternkunde zu einer ganz neuen Wissenschaft machten. Galileo hatte die Gesetze des Falls schwerer Körper, Huygens die der kreisförmigen Bewegung entdeckt: Newton untersuchte alle Arten von Bewegungen und Kräften aus dem allgemeinsten Gesichtspunkt, und gab der unter dem Namen der Mechanik oder vielmehr Dynamik bekannten Wissenschaft das Daseyn, einem der erhabensten Gegenstände, womit sich der menschliche Geist beschäftigen kann. Ohne sich in metaphysische Grübeleyen über die Natur dieser unsichtbaren Wesen einzulassen, die sich uns bloß durch ihre Wirkungen fühlbar machen, sah Newton die Kräfte als durch die Erfahrung gegebene Größen an, und berechnete durch die feinste mathematische Erfindungskunst, die Gesetze ihrer Wirkungen, oder die krumme Linie, die ein Körper von jeder Kraft getrieben durchlaufen muß. Das umgekehrte Problem, aus dieser krummen Linie die wirkenden Kräfte herzuleiten, führte ihn zu der Erkenntniß der erhabensten Wahrheiten: und es entstand die physische Astronomie. Aus den Gesetzen der planetarischen Bewegungen, die Kepler

aus den Beobachtungen hergeleitet hatte, bewies Newton mit geometrischer Strenge, nicht allein daß die Sonne der Sitz einer anziehenden Kraft sey, welche die Planeten in ihren Bahnen halte, sondern auch nach welchem Gesetze sich diese Kraft in verschiedenen Entfernungen ändere. Er bewies aus der Bahn des Monds und der übrigen Trabanten, daß die Erde, Jupiter und Saturn, eben diese Kraft besitzen, die mit der Schwere auf der Erde einerley sey; und schloß nun mit höchster Wahrscheinlichkeit, daß jene Kraft eine allgemeine Eigenschaft aller Körper sey. So war das große Naturgesetz der allgemeinen Schwere oder Attraktion entdeckt, von dem alle Erscheinungen in der Körperwelt, am Himmel und auf der Erde, bloße Folgen sind. Aus diesem einzigen Grundsatze bewies Newton nun a priori mit geometrischer Schärfe alle astronomischen Wahrheiten, die die Beobachtungen theils schon gelehrt hatten, theils erst in der Folge entdeckten: die Bewegung der Planeten um die Sonne und der Trabanten um ihren Haupt-Planeten nach den Keplerschen Gesetzen, alle die unzähligen bisher unerklärbaren Verrückungen und Unregelmäßigkeiten des Monds und der Planeten, die kugelförmige Bildung aller Weltkörper, die Erscheinungen der Ebbe und Flut, die an den Polen eingedrückte Gestalt der Erde, die Abnahme der Schwere auf der Erde nach dem Aequator hin; mit einem Worte, alle Wirkungen der Natur im großen und kleinen. Er fand daraus sogar, was dem, der den Zusammenhang dieser erhabenen Wahrheiten nicht einzusehen vermag, unglaublich scheint, nämlich die Massen der fernsten Weltkörper unsers Systems, d. h. die Menge der Materie, die jeder derselben enthält, ihr Gewicht, und die Schwere auf ihrer Oberfläche, oder die Geschwindigkeit womit die Körper auf ihnen herabfallen, so wie ihre Dichtigkeit, Solidität oder spezifische Schwere. Eine nothwendige Folge der allgemeinen Gravitation war, daß alle Körper, die sich dem Wirkungskreise der Sonne nähern, den Keplerschen Gesetzen gehorchen müssen, daß folglich alle uns sichtbare Kometen

ähnliche Bahnen, wie die Planeten, um die Sonne beschreiben. Newton wies also diesen so lange verkannten Weltkörpern ihren gebührenden Rang an, er lehrte zuerst die Berechnung der Kometen-Bahnen, und sagte ihre Widerkunft voraus. Durch dieses Gesetz der Newtonschen Attraktion war also die ganze Sternkunde, das ganze Gewebe der unzähligen verwickelten Bewegungen am Himmel, mit allen den scheinbaren Unordnungen, die wir Verrückungen oder Störungen zu nennen pflegen, auf ein Problem der Mechanik, oder vielmehr auf eine analytische Rechnung zurückgebracht. Alle seitdem entdeckten Weltkörper, Kometen, Planeten, und Trabanten, alle neue bemerkte Ungleichheiten des Monds und der Planeten, folgen genau diesem Gesetze, und sind eben so viele neue Bestätigungen der Newtonschen Theorie. Die theoretische Astronomie kann jezt nur durch neue Kunstgriffe der Analyse gewinnen, wodurch die Auflösung jenes allgemeinen Problems erleichtert wird, oder eine größere Genauigkeit erhält; und die großen Analysten des 18ten Jahrhunderts haben sich fast mit nichts anderm beschäftigt, als dieses so genannte Problem der drey Körper seiner vollkommenen Auflösung immer näher zu bringen. Newtons erhabene Lehren wurden noch bey seinem Leben von seinen Landsleuten fast allgemein als Wahrheit anerkannt; allein Frankreich sah mit Misvergnügen den Thron seines Des Cartes, auf den es mit Recht stolz war, umgestürzt, und nahm erst spät eine Ueberzeugung an, der es sich nicht länger widersetzen konnte. Im 18ten Jahrhundert warf Europa die Fesseln der Vorurtheile ab; alle Nationen dieses Welttheils nannten mit Ehrfurcht und Bewundrung den Mann, der die Lichtstralen spaltete, die Weltkörper abwog, und das Unendliche maß. Das Newtonsche System ist endlich eine allgemein anerkannte Wahrheit geworden, an der nur diejenigen zweifeln, die diese erhabenen Lehren zu begreifen nicht im Stande sind.

18 Jahrhundert.

Wir haben nun die Geschichte der Sternkunde bis zum achtzehnten Jahrhundert verfolgt, dem die allgemein verbrei-

tete Aufklärung und Vorurtheilsfreye Denkungsart den Namen des philosophischen Jahrhunderts mit Recht erworben haben. Wenn gleich dieses Jahrhundert sich nicht durch so glänzende Epochen machende Entdeckungen auszeichnet, wie das 17te, so sind doch die Fortschritte, die die Sternkunde in diesem Zeitraum allmählig, aber ununterbrochen gemacht hat, nicht weniger wichtig. Das 18te Jahrhundert war die Zeit der Erndte, wo nach und nach die Früchte von dem Samen eingesammelt wurden, der im 17ten gesäet war: und man muß den Schnittern die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß sie nicht weniger Genie, Fleiß und Eifer für die Wissenschaften gezeigt haben, als die Pflanzer. Unzählige Sternwarten sind in allen Ländern Europens errichtet, und mit den geschicktesten Beobachtern und vortrefflichen Werkzeugen versehen. Astronomische Beobachtungen werden von Europäern über die ganze bewohnte Erde, von Philadelphia bis Peking, und von Lappland bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung gemacht; und die aufgeklärten Monarchen Europens sehen die Beschützung der erhabensten aller Wissenschaften als eine Pflicht ihres grossen Berufs an. Mit Kosten, Mühe, und Gefahren, haben die Europäer die Erde nach allen Richtungen, zu Wasser und zu Lande durchstreift, um neue Früchte für die Sternkunde, Erdbeschreibung, und Naturkunde einzusammeln; und diese Reisen haben uns mit der bisher unbekannten ältesten Astronomie des Erdbodens, der Chinesen und Indier, bekannt gemacht. Auf der Bahn, die Newton eröffnet hatte, ist man mit Riesen-Schritten fortgeeilt; und die unzähligen neu erfundenen Methoden und Kunstgriffe in der Analyse, besonders des Unendlichen, haben endlich die vollständige Auflösung des Problems der drey Körper, auf dem die ganze theoretische Astronomie nach ihrem jetzigen Zustande beruhet, möglich gemacht. Die Erfindung der achromatischen dioptrischen Fernröhre durch Euler und Dollond, und die Verbesserung der Spiegel-Teleskope durch Short und Herschel, und der astronomischen Instrumente überhaupt durch englische,

französische und teutsche Künstler, haben unsre Zeitgenossen in den Stand gesetzt, Dinge am Himmel zu sehen, und Größen genau zu bestimmen, deren Entdeckung und Messung vorher unmöglich war. Mit diesen Werkzeugen ausgerüstet, und von der Fackel der Philosophie und des Genies geleitet, haben die Astronomen des 18ten Jahrhunderts die Wissenschaften mit unzähligen Entdeckungen bereichert, von denen hier nur die wichtigsten erwähnt werden können.

Aberration und Nutation.

Die Beobachtungen, die Molineur und Bradley in England, vom Jahr 1725 an gemeinschaftlich anstellten, gaben das Resultat, daß alle Fixsterne jährlich einen sehr kleinen Kreis oder vielmehr eine Ellipse beschrieben, die gleichsam das an der Himmelskugel entworfene Bild der Erdbahn darstellte. Bradley hatte den glücklichen Gedanken, diese sonderbare Erscheinung durch die Geschwindigkeit der Lichtstrahlen, womit sie dem Auge auf seinem Wege um die Sonne begegnen, zu erklären, oder durch die so genannte Aberration: und diese sinnreiche Erklärung ist durch die genauesten Rechnungen und Beobachtungen, die man mit andern Sternen in jeder Lage vorgenommen hat, vollkommen bestätigt worden. Diese Beobachtungen führten Bradley noch zur Entdeckung einer neuen Verrückung der Erd-Axe, die unter dem Namen der Nutation bekannt ist, und bewiesen zugleich: 1) daß das Licht sich wirklich mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewege, und zwar mit derselben ungeheuren Geschwindigkeit, die schon im 17ten Jahrhundert Roemer aus den Finsternissen der Jupiters-Trabanten geschlossen hatte; 2) daß die Erde um die Sonne laufe, und nicht diese um jene; 3) daß die Entfernung der Fixsterne von uns, wie schon Kopernik gesagt hatte, so unermeßlich sey, daß wir sie in jedem Punkt unsrer Bahn immer genau an derselben Stelle erblicken, folglich die ganze Erdbahn gegen jene Entfernung wie ein Punkt anzusehen sey.

Geschwindigkeit des Lichts.

Ungeheure Entfernung der Fixsterne.

Indeß haben neuere Beobachtungen gezeigt, daß die Fixsterne in der That, wiewol äußerst langsam, ihren Ort am Himmel ändern, wodurch die große Entdeckung von dem Fortrücken

Fortrücken des Sonnen-Systems.

unsers Sonnen-Systems und jedes andern Fixsterns gemacht ward.

Die Beobachtungen Herschels mit seinen vortrefflichen Teleskopen, haben uns zuerst einen Begriff von der ungeheuren Anzahl Fixsterne gegeben, womit der Weltraum angefüllt ist. Die Vermuthung, die die Alten schon äußerten, daß der Schimmer der Milchstraße nichts anders als das wegen der großen Entfernung in einander fließende Licht unzähliger Sterne sey, ward von Herschel zur Gewißheit gebracht, dem es zuerst gelang, diese Millionen kleiner Sterne deutlich zu erkennen. Mehrere Tausende von Nebelflecken, die dieser unermüdete Beobachter in allen Gegenden des Himmels entdeckt hat, und die wahrscheinlich sehr entfernte Milchstraßen sind, öffnen einen Blick in die Unermeßlichkeit des Universums, vor dem die Phantasie ermüdet. Die Beobachtungen, die La Caille am Vorgebirge der guten Hoffnung angestellt hat, beweisen, daß die südliche Hälfte des Himmels nicht minder mit Sternen besäet ist, als die nordliche; und eben diese Beobachtungen haben uns zuerst eine genaue Kenntniß von der Entfernung des Monds von der Erde gegeben. Menge der Sterne. Entfernung des Mondes.

Eine der größten Unternehmungen dieses Jahrhunderts ist die Reise, die die Pariser Akademie der Wissenschaften nach Peru und Lappland anstellen ließ, um die Gestalt der Erde zu bestimmen. Achtjährige Messungen, die die französischen Akademiker Bouguer und Condamine auf den mit ewigem Schnee bedeckten Spitzen der Kordilleras, und Clairaut und Maupertuis auf dem Eise Lapplands vornahmen, verbunden mit ähnlichen Messungen in verschiedenen Ländern Europens, haben uns eine genaue Kenntnis von der Größe der Erde verschaft, und endlich durch die Erfahrung bestätigt, was Newton durch die Theorie bewiesen hatte, daß die Erde eine an den Polen eingedrückte Kugel sey. Gestalt der Erde.

Der Durchgang der Venus durch die Sonne, dieses, wie Halley gezeigt hatte, einzige Mittel, die Entfernung Entfernung der Sonne

der Sonne genau zu bestimmen, veranlaste in den Jahren 1761 und 1769 astronomische Reisen in alle Welttheile, zu denen die Europäischen Fürsten, und besonders die Monarchin Rußlands, mit edlem Eifer die Kosten hergaben. Diese Beobachtungen lehrten uns endlich die Entfernung der Sonne kennen, und gaben dadurch den ungeheuren Maasstab des ganzen Sonnen-Systems.

Monds-Tafeln.

Eine der vornehmsten Beschäftigungen der großen Mathematiker dieses Jahrhunderts, wie Euler, Dalembert, Clairaut, La Grange, La Place ꝛc. war, die Störungen nach der Newtonschen Theorie zu berechnen, denen die Planeten und vorzüglich der Mond durch die Attraktion andrer Weltkörper ausgesetzt sind. Diesen Rechnungen, verbunden mit den Beobachtungen, verdanken wir die äußerst genauen Tafeln von der Bewegung der Planeten und des Mondes. Diese letztern, um die sich besonders Mayer sehr verdient gemacht hat, und die noch ganz kürzlich Bürg zur höchsten Vollkommenheit gebracht hat, dienen jetzt, die Länge zur See mit größerer Genauigkeit zu bestimmen, als es erfodert wird. Ihre Verbindung mit den zuerst von Harrison, nachher aber in größerer Vollkommenheit von französischen und englischen Künstlern verfertigten See-Uhren, setzt den Schiffer in den Stand, die Länge mit eben der Genauigkeit zu bestimmen, wie die Breite, so daß jetzt das einst für unauflöslich gehaltene Problem der Meeres-Länge für völlig aufgelöst angesehen werden kann.

Meeres-Länge.

Nicht weniger wichtig für die Geographie war die Theorie der Jupiters-Trabanten, und die Berechnung ihrer Finsternisse, die durch den Fleiß von Wargentin, Bailly, La Grange und La Place, zu eben der Vollkommenheit gebracht ist, wie die Monds-Theorie.

Theorie der Jupiters-Trabanten.

Man muß den Astronomen dieses Jahrhunderts die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß zum großen Gewinn der Wissenschaft, die theoretische und praktische Sternkunde immer gleiche Fortschritte gemacht haben. Der praktische Astronom

fühlt, daß seine Beobachtungen ohne die Theorie weder zweckmäßig eingerichtet, noch gehörig benutzt werden können; und der Theoretiker weiß, daß seine Erfindungen, wenn es an Stoff fehlt, der danach bearbeitet werden kann, für die Sternkunde von wenigem Nutzen sind. Die Beobachtungs-Kunst selbst ist zu einer Wissenschaft erhoben; und durch die tiefsinnigen Rechnungen eines La Grange und La Place, so wie durch die feinen Beobachtungen von Männern wie La Lande, Messier, Herschel, De Lambre, Maskelyne, Piazzi, Schröter, Bode, Zach, Olbers, ꝛc. macht die Sternkunde täglich neue Fortschritte. Diesen feineren Beobachtungen verdanken wir endlich eine vollkommene Theorie der astronomischen Strahlenbrechung; und durch die vortrefflichen Instrumente ist es möglich gewesen, die Größe der Planeten und der kleinsten Trabanten zu messen, die einzelnen Ringe zu entdecken, aus denen der Saturns-Ring zusammen gesetzt ist, die Axumdrehung der Sonne und aller Planeten, ja selbst des Saturns-Ringes, und die Trabanten der fernsten Planeten zu beobachten, und von der Venus und dem Monde genaue topographische Karten zu entwerfen.

Beobachtungs-Kunst.

Entdeckungen am Himmel.

Die Berechnung der Kometen-Bahnen ist besonders durch La Place zu eben der Vollkommenheit gebracht, wie die der Planeten-Bahnen: durch Clairauts Rechnungen konnte man zum ersten Mal die wirkliche Rückkehr eines Kometen bis auf einen Monat voraus sagen; und der Fleiß Messiers und der vielen geschickten Beobachter, besonders in Frankreich und Teutschland, hat es dahin gebracht, daß nicht leicht ein Jahr ohne die Entdeckung eines neuen Kometen vergeht, und daß man bereits an hundert Kometen-Bahnen berechnet hat.

Kometen.

Die letzten und herrlichsten Früchte dieses Jahrhunderts, die einst in der Geschichte der Sternkunde eine merkwürdige Epoche machen werden, sind, eine Entdeckung der praktischen Astronomie, die man den größten Entdeckungen aller Zeitalter

Neu entdeckte Planeten.

an die Seite setzen kann, und ein theoretisches Werk, das gewiß eines der vollkommensten ist, die der menschliche Geist je hervorgebracht hat. So lange der Himmel beobachtet ist, kannte man fünf Haupt-Planeten unsers Sonnen-Systems; und 4000 Jahre die, ohne einen neuen entdeckt zu haben, vergangen waren, machten es wahrscheinlich, daß es außer ihnen keine gäbe. Um so unerwarteter war die Entdeckung eines neuen Haupt-Planeten durch Herschel in Bath 1781, und zwey andrer im Anfange des 19ten Jahrhunderts durch Piazzi in Palermo und Olbers in Bremen. Auch die Entdeckung acht bisher unbekannter Trabanten, wovon zwey den Saturn, und sechs den neuen Planeten Uranus begleiten, verdanken wir Herschels unermüdeten Beobachtungen und vortrefflichen Instrumenten.

Mécanique céleste von La Place.

Die Geschichte der Astronomie kann nicht glorreicher geendigt werden, als mit der Erwähnung eines Werks, das man Newtons unsterblichen Werken an die Seite setzen darf. Die *Mécanique céleste* von La Place wird ein ewiges Denkmal seyn von den Kenntnissen der Europäer des achtzehnten Jahrhunderts in den erhabensten Theilen der astronomischen und mathematischen Wissenschaften, und von den unerschöpflichen Hülfsmitteln, die das Genie findet, die größten Schwierigkeiten zu überwinden, und die verworrensten Aufgaben zu lösen. Durch die feinsten Kunstgriffe der neuern Analyse, und durch die Stärke seines außerordentlichen Genies, hat dieser große Geometer das Werk vollendet, das Newton angefangen hatte. La Place's Mechanik des Himmels beweist alle Lehren, und löst alle Aufgaben der Astronomie bis in das kleinste Detail, aus den allgemeinsten Grundsätzen der Dynamik. Es ist das schönste Vermächtniß des achtzehnten Jahrhunderts für die Nachwelt — Wohl ihr, wenn sie es zu schätzen weiß! Wohl ihr, wenn sie wenigstens für die Erhaltung desselben Sorge trägt!

Ende der Geschichte der Astronomie.

Sphärische Astronomie.

Einleitung.

§. 1. Unter Astronomie versteht man die wissenschaftliche Kenntniß von den Himmelskörpern. Ihr Umfang, unermeßlich wie das Universum, begreift demnach alle die Millionen Monde, Planeten, Kometen, Sonnen, und Milchstraßen, die das Fernrohr erreichen kann, oder vielleicht noch künftig entdecken wird, vom Gestirne des Tages bis zu dem kleinsten der unzähligen Weltkörper, die unsre Nächte erleuchten und verschönern. Alles was an diesen Körpern merkwürdig ist: ihr Glanz, ihre Farbe, und ihre übrigen Eigenschaften; ihre Größe und Entfernung; ihre Lage, ihre Vertheilung am Himmel, und die Gruppen die sie unter einander bilden; vorzüglich aber ihre Bewegung macht den Gegenstand dieser unermeßlichen Wissenschaft aus. Die Untersuchung der Bewegung der Weltkörper, oder der Aendrung ihrer Lage, führt nothwendig auf ihre Entfernung, folglich auch auf ihre Größe. Da wir überdem von der natürlichen Beschaffenheit der Himmelskörper äußerst wenig wissen, und dieses wenige keiner Gewißheit oder szientifischen Behandlung fähig ist: so hat man aus der Beschreibung der Gestirne, sowol nach ihren natürlichen Eigenschaften, wodurch sich einige von den andern unterscheiden, als nach ihrer Lage und Vertheilung am Himmel, einen besondern Theil der Sternkunde gemacht, der den Namen Astrognosie (Kenntniß der Gestirne) erhalten hat, und nicht so wohl zur theoretischen als zur praktischen Astronomie gehört. Der eigentliche Gegenstand der Astronomie ist demnach die Bewegung der Weltkörper. Gegenstand der Astronomie.

§. 2. Ein Körper bewegt sich, wenn er seinen Ort nach und nach ändert; und wir legen den Körpern eine Bewegung Absolute und relative Bewegung.

bey, wenn sie uns nach und nach an verschiedenen Orten erscheinen. Wodurch wird aber der Ort eines Körpers bestimmt? Mit dieser so leicht scheinenden Frage verhält es sich, wie mit allen sehr einfachen Ideen unsrer Sele: jede Erklärung macht sie nur dunkler. Die natürlichste Antwort scheint diese: der Ort eines Körpers ist der von ihm eingenommene Punkt jener unkörperlichen Ausdehnung, die der Metaphysiker den absoluten Raum nennt; allein diese metaphysische Erklärung führt uns um keinen Schritt weiter, und ist, wie es dann gewöhnlich der Fall ist, in der Geometrie von wenigem Nutzen. Da dieser metaphysische Raum von unendlicher Ausdehnung ist, da wir wenigstens die Gränzen desselben nicht bestimmen können: so ist es uns auch unmöglich, irgend einen Theil desselben schlechthin von dem andern zu unterscheiden, oder den absoluten Ort eines Körpers anzugeben; es bleibt daher nur das gewöhnliche Hülfsmittel, die Vergleichung mit andern Körpern über. Und ist nicht dies der Fall mit allen unsern Kenntnissen, sie mögen sinnliche oder moralische Gegenstände betreffen? Können wir, was wir sehen, fühlen, hören, ꝛc unmittelbar bestimmen? Können wir die absolute Größe eines Körpers, die absolute Temperatur der Luft, die absolute Stärke eines Tons angeben? Gründen sich nicht vielmehr alle unsre Vorstellungen auf Vergleichungen und Verhältnisse, auf mehr und weniger? So wie man nun die Größe eines Körpers auf keine andre Art angeben kann, als durch sein Verhältniß gegen einen ähnlichen Körper, dessen Größe als bekannt angesehen wird; so können wir auch den Ort eines Körpers nur durch Vergleichung mit andern, d. h. durch seine Lage gegen andre Körper angeben, deren Ort als unveränderlich, oder wenigstens in diesem Augenblick als völlig bestimmt angesehen wird: mit andern Worten, wir haben nur einen deutlichen Begriff von dem relativen Orte eines Körpers, folglich auch nur von der Aendrung seines relativen Orts, oder seiner relativen Bewegung.

§. 3. Relative Bewegung eines Körpers kann Statt finden, ohne daß er eine absolute oder wirkliche Bewegung hat: denn seine Lage gegen andre Körper wird sich ändern, es sey nun, daß er selbst, oder daß diese sich bewegen. Es kömmt sogar hier noch ein dritter Fall hinzu, der die Sache noch verwickelter macht. Der Ort eines Körpers M wird völlig bestimmt durch seine Lage gegen bekannte Körper A, B, ꝛc.; allein diese Kenntniß von dem wahren relativen Orte kann nur das Resultat geometrischer Untersuchungen seyn. Alle unsre Kenntnisse entstehen zuerst aus sinnlichen Begriffen; und was die Sinne uns unmittelbar lehren, ist nur der Schein der Dinge. Unsre erste Vorstellung von dem Ort und der Bewegung eines Körpers beruht also auf seiner Lage gegen andre Körper, in der wir ihn sehen; und dieser scheinbare relative Ort kann sich auf dreyerley Art ändern: 1) wenn wir unsre Stelle verändern, mithin die Körper aus einem andern Gesichtspunkte betrachten; 2) wenn die Körper, die zur Bestimmung der Lage des Körpers M dienen, sich verrücken; 3) wenn der Körper M selbst in Bewegung ist. Hieraus entstehn die drey Fälle der scheinbaren, relativen, und absoluten oder wahren Bewegung: und wie schwer es oft sey zu entscheiden, welcher von diesen Fällen wirklich Statt finde, davon gibt die Sternkunde ein sehr starkes und bekanntes Beyspiel. Viertausend Jahre hindurch hatte man für wahre Bewegung gehalten, was sich doch am Ende nur als scheinbare oder relative Bewegung zeigte; und dieser lange Zeitraum war nöthig, um die Untersuchung dieser Frage, auf der das wahre Sonnen-System beruht, zu schließen, und endlich zu einer Entscheidung über diesen wichtigen Gegenstand zu gelangen.

Scheinbare und wahre Bewegung.

§. 4. So bald die Bewegung nicht bloß scheinbar ist oder von der Bewegung unsers Auges herrührt, so sind entweder die Weltkörper A, B, ꝛc. oder der Körper M selbst in wahrer Bewegung; und alle diese Körper sind Gegenstände der Sternkunde.

Eintheilung der Astronomie.

Man darf daher in dieser Wissenschaft nur zwey Bewegungen unterscheiden, die scheinbare und die wahre; und so zerfällt die ganze theoretische Astronomie in zwey Haupt-Theile, wovon der eine die scheinbaren, der andre die wahren Bewegungen der Himmelskörper zum Gegenstande hat: jener heist die sphärische, dieser die theorische Astronomie.

Sphärische Astronomie.

§. 5. Der Körper M kann bey vollkommener Ruhe eine scheinbare Bewegung haben; allein auch selbst seine wahre Bewegung kann, und wird in den mehresten Fällen, anders erscheinen, als sie wirklich ist. Was wir sehen, selbst wenn wir uns in dem vortheilhaftesten Gesichtspunkte befinden, ist eigentlich nie der Gegenstand selbst, sondern sein Entwurf, seine Projektion auf irgend eine Fläche. Nur eine von der frühesten Kindheit gemachte tägliche Erfahrung lehrt uns nach und nach, aus den perspektivischen Zeichnungen die uns die Natur vorlegt, die wahre Gestalt und Lage der Gegenstände zu errathen. Dieses Problem wird aber noch verwickelter, wenn unser Auge selbst in Bewegung ist. Das ganze, aus den Bewegungen der Weltkörper und unsrer eigenen Bewegung zusammengesetzte Resultat, welches sich unsern Augen darstellt, ist der Gegenstand der sphärischen Astronomie. Wenn wir einen Körper M mit einem andern A in gerader Linie erblicken, so daß einer den andern zu bedecken scheint, so ist dadurch sein scheinbarer relativer Ort gegen A völlig bestimmt. So bald aber M, oder A, oder unser Auge, oder alle drey, sich außer dieser geraden Linie bewegen, so ändert sich dieser scheinbare Ort, und M oder A hat eine scheinbare Bewegung. Wenn aber alle drey Körper, oder einige von ihnen eine wahre Bewegung haben, ohne jedoch diese gerade Linie zu verlassen, so scheinen sie uns in vollkommener Ruhe zu seyn, so lange unser Auge ihre verschiedenen Entfernungen nicht unterscheiden kann. Der scheinbare Ort eines Körpers wird nämlich durch die Lage der geraden Linie bestimmt, in der wir ihn sehen, ohne daß wir Rücksicht auf den Punkt in dieser Linie neh-

men, in dem er sich wirklich befindet. Wir verlängern daher diese Linie bis an den Himmel, und der Punkt, in dem dieselbe dieses uns umgebende Gewölbe trifft, ist der scheinbare Ort den wir dem Körper anweisen. Da nun alle Weltkörper so entfernt von uns sind, daß wir ihre größere oder geringere Entfernung durch das Auge nicht mehr zu unterscheiden im Stande sind, so scheinen sie alle gleiche Entfernung zu haben; und der Himmel, an den wir sie versetzen, nimt die Gestalt eines Kugel-Gewölbes, der innern Fläche einer Sphäre an, die uns von allen Seiten umgiebt. Der scheinbare Ort jedes Weltkörpers ist also der Punkt, den er an der Himmels-Sphäre einzunehmen scheint, sein sphärischer Ort; und seine scheinbare Bewegung ist die Aendrung dieses sphärischen Orts. Diese Betrachtungen gaben dem Theile der Sternkunde, der bloß die scheinbaren Oerter und Bewegungen der Weltkörper an der Sphäre betrachtet, den Namen der sphärischen Astronomie.

Theorische Astronomie.

§. 6. Kennt man nicht allein die Lage der geraden Linie in welcher der Körper erscheint, sondern auch seine Entfernung, so ist sein wahrer Ort bekannt; und die Bewegung dieser Gesichts-Linie, verbunden mit der Aendrung seiner Entfernung, giebt seine relative Bewegung, die Bahn die er um unser Auge, oder um den Punkt beschreibt, von dem die Gesichts-Linien und Entfernungen genommen werden: woraus man dann auch, vermittelst der Geometrie, seine Bahn um jeden andern Punkt herleitet, dessen Lage gegen unser Auge bekannt ist. Diese wahren Oerter der Himmelskörper, und die aus ihrer Verbindung entstehenden relativen Bahnen, machen den Gegenstand der theorischen Astronomie aus, so wie ihre Entwerfung oder Projektion auf der Himmelskugel, oder die krumme Linie, in der alle Gesichts-Linien, durch jeden wahren Ort des Körpers geführt, die Sphäre schneiden, der Gegenstand der sphärischen Astronomie war. Die Berechnung der Entfernung ist demnach der Grund der ganzen theorischen Astronomie. Nur durch sie sind wir im Stande, die relative Bewegung eines

Körpers um jeden gegebenen Punkt zu finden, wenn sie um irgend einen Punkt bekannt ist, und auf diese Art denjenigen Punkt ausfindig zu machen, um welchen die relative Bahn die einfachste und regelmäßigste Gestalt erhält, oder mit andern Worten, unter den verschiedenen Welt-Systemen das einfachste, mithin auch das wahrscheinlichste zu wählen. Sind wir aus andern Gründen überzeugt, daß dieser Mittelpunkt der Bahn in vollkommener Ruhe ist, so ist die relative Bewegung um denselben mit der wahren Bewegung einerlei.

Ordnung des Vortrags dieser Theile.

§. 7. So wie wir uns in allen unsern Kenntnissen vom Scheine zur Wahrheit erheben, so muß auch die sphärische Astronomie vor der theorischen vorher gehn. Es ist natürlich, erst die Lage der Linie zu bestimmen, in der uns ein Weltkörper erscheint, ehr wir es unternehmen können, den Punkt in dieser Linie zu suchen, den der Körper wirklich einnimt: es ist nothwendig, erst alle Erscheinungen, die uns die Bewegungen der himmlischen Körper darbieten, genau kennen zu lernen, und das ganze System derselben in eine wissenschaftliche Form zu bringen, ehr wir daran denken können, aus diesen Phänomenen, durch geometrische Schlüsse und Rechnungen, die wahren Bahnen der Weltkörper herzuleiten. Jahrtausende hatte man sich mit der sphärischen Astronomie beschäftigt, ehr man zur theorischen überging. Dies ist der natürliche Gang des menschlichen Geistes; es ist der Weg, auf dem die Sternkunde nach und nach zu ihrer jetzigen Vollkommenheit gelangt ist: in dieser Ordnung muß daher auch die Wissenschaft vorgetragen und studirt werden.

Physische Astronomie.

§. 8. Jede Bewegung setzt Kräfte voraus, die auf den bewegten Körper wirken: und diese beyden Dinge hängen so genau zusammen, daß man, vermittelst der allgemeinen Theorie der Kräfte oder der Dynamik, eines aus dem andern herleiten kann. So

bald man zur Erkenntniß der einfachen und regelmäßigen Bewegungen gelangt war, die bey allen Weltkörpern demselben Gesetze folgen, so entstand natürlich die Frage: welche Kraft zwingt alle diese Körper, demselben einfachen Gesetze zu gehorchen, und nach Jahrtausenden immer zu demselben Punkt zurück zu kehren, ohne sich je von der ihnen vorgeschriebenen Bahn zu entfernen? An Zufall, dieses Wort ohne Sinn, konnte man da am wenigsten denken, wo eine so allgemeine unwandelbare Ordnung Statt findet. Schon die Völker des Alterthums, die sich mit der Sternkunde beschäftigten, fühlten die Nothwendigkeit dieser Frage; und da ihnen die noch nicht erfundene Theorie der Kräfte keine Antwort darauf gab, so ließen sie jeden Weltkörper durch einen vernünftigen Geist regieren, der ihn auf seiner regelmäßigen Bahn leitete und von Irrwegen zurück hielte. Nach der Erfindung der Dynamik konnte man diese Frage philosophischer beantworten, und alle Bewegungen der Weltkörper aus einer allgemeinen durch das Universum verbreiteten Kraft erklären. Die Entdeckung dieser Kraft, und die Bestimmung aller himmlischen Bewegungen durch dieselbe nach bloßen mechanischen Grundsätzen, sind der Gegenstand der erhabensten aller Wissenschaften, der physischen Astronomie, durch welche nun alle Lehren der Sternkunde, und die unzähligen verwickelten Bewegungen der Himmelskörper, auf ein einziges Problem der Mechanik zurück geführt sind. Da aber nicht die von Neben-Umständen abhängenden scheinbaren, sondern die wahren Bewegungen die unmittelbare Folge der wirkenden Kräfte sind, so muste man erst den Schein von der Wahrheit getrennt haben, ehr man aus der Wirkung die Ursache entwickeln konnte: die theorische Astronomie muste vor der physischen vorher gehn, so wie jene nur auf die sphärische folgen konnte.

§. 9. Es hat nicht an Astronomen gefehlt, die es natürlicher fanden, aus der ersten Ursache, der physischen Kraft, Zusammenhang aller Theile der Astronomie.

ihre Wirkung, die wahren Bewegungen, und aus diesen die scheinbaren herzuleiten. Allein dies ist nicht die Art, wie die Sternkunde entstand. Man beobachtete den Himmel, und was man sah, zeichnete man auf. Nachdem man sich so Jahrtausende hindurch mit den scheinbaren Bewegungen beschäftigt hatte, und endlich es unternehmen konnte, die himmlischen Bewegungen vorher zu berechnen; da fühlte man das Bedürfniß, mehr Einfachheit und Regelmäßigkeit in diese Bewegungen zu bringen: man suchte ihre geometrische Erklärung, und da diese gefunden war, blieb nur noch die physische oder mechanische Erklärung über. Die Himmels-Sphäre, mit den unzähligen Bewegungen, die in ihrem Innern verrichtet werden und sich uns nur an ihrer Oberfläche zeigen, ist die große Uhr des Universums, eine Maschine aus unzähligen Rädern zusammen gesetzt, die in der That die einzige vollkommen gleichförmige Bewegung darbietet, wodurch wir die Zeit genau messen können: sie ist der große Regulator, nach dem alle von Menschen Händen verfertigten Uhren geprüft und berichtigt werden müssen. Die Oberfläche der Sphäre ist das Zifferblatt, die scheinbaren oder sphärischen Bewegungen sind die Zeiger, die durch ihren Umlauf Sekunden, Minuten, Stunden, und Jahrtausende anzeigen: die wahren Bewegungen, die im Innern dieser Maschine vorgehen, sind das Räderwerk, dessen einfachste und zweckmäßigste Anordnung zur Erkenntniß des wahren Welt-Systems führt: die physische Kraft endlich, die alle diese Räder treibt, und dadurch die Zeiger in Bewegung setzt, ist die Schwere, der Pendel, oder die Federkraft der Uhr. Die sphärische Astronomie betrachtet bloß das Zifferblatt und den Gang der Zeiger, und lehrt, wie die wahre Zeit dadurch angegeben wird: die theorische nimt die Uhr aus einander, um die Zusammensetzung ihres Räderwerks zu untersuchen: die physische Astronomie findet endlich die erste, alles in Bewegung setzende Kraft der Schwere. Diese Vergleichung

scheint am deutlichsten zu zeigen, nach welcher Ordnung der Mechanismus des Weltbaus studiert werden müsse. Wer den Bau einer Uhr untersuchen will, fängt mit dem Zifferblatt und der Bewegung der Zeiger an, betrachtet dann die Räder die den Zeigern am nächsten sind, oder mit ihnen in unmittelbarer Verbindung stehen, und geht nach und nach zu den entfernteren Rädern fort, bis er endlich durch diese analytische Methode zu dem letzten Rade kömmt, das unmittelbar vom Pendel in Bewegung gesetzt wird.

Erster Abschnitt.

Von der täglichen Bewegung.

Erstes Kapitel.

Erste Beobachtungen am Himmel.

Art des Vortrags.

§. 10. Die Ordnung, in der sich die Lehren der Sternkunde unter ganzen Völkern und bey einzelnen Individuen nach und nach entwickeln, ist im Ganzen immer die nämliche, und wird dem Vortrage dieser Wissenschaft in gegenwärtigem Werke zum Leitfaden dienen. Allein dem menschlichen Geiste auf allen Schritten, Umwegen und Verirrungen zu folgen, durch die er endlich zum Tempel der Urania hinanklimmte, würde weder nützlich noch unterhaltend seyn. Nachdem der Weg entdeckt ist, der die Menschen, die vor uns lebten, zu diesem Heiligthum geführt hat, ist es natürlich, ihr Beyspiel zu benutzen; es ist leicht, die Abwege zu vermeiden, auf die sie geriethen; aber es wäre unüberlegt, jeden ihrer Umwege als Verirrung des menschlichen Geistes anzusehen, und durchaus die gerade Linie durchbrechen zu wollen, die freilich auf dem kürzesten Wege, aber nicht in der kürzesten Zeit zum Ziele führt. Viele der so genannten Umwege, die die Menschen in der Erlernung der Sternkunde gemacht haben, waren nothwendig, oder ersparten wenigstens Zeit und Mühe. In einem Lande, wo es noch keine gebahnte Straße gab, muste man Versuche machen, um das Erdreich kennen zu lernen; oft fanden sich auf dem geraden Wege unübersteigliche Hindernisse, die man weise genug war zu umgehen; und mehrentheils waren die Streifereyen, die man

zur einen oder andern Seite machte, wenn sie gleich nicht zum Hauptzweck führten, doch nicht ohne Nutzen, da sie Gelegenheit gaben, nebenher Entdeckungen zu machen und Erfahrungen zu sammeln, die in der Folge mit großem Vortheil gebraucht werden konnten, oder wenigstens schädlichere Irrwege vermeiden lehrten. Der Lehrer der Sternkunde muß daher selbst falsche Hypothesen, wenn sie am Ende zur Wahrheit führten, nie aus der Acht lassen, aber auch nicht jede Thorheit, deren sich der Mensch auch hier genug, wiewol weniger als anderswo, hat zu Schulden kommen lassen, seiner Aufmerksamkeit würdigen: er muß, mit einem Worte, eine vernünftige Mittelstraße wählen, und es sich zum Gesetze machen, die Lehren der Sternkunde so vorzutragen, wie sie aus der bloßen Betrachtung des gestirnten Himmels, durch ernsthaftes Nachdenken und philosophischen Geist, auf die leichteste und kürzeste Art hätten entwickelt werden können.

Erste Vorstellung der täglichen Bewegung.

§. 11. Der erste Ursprung der Sternkunde ist so natürlich, daß sich keine Epoche denken läst, in der sich die Menschen noch nicht mit ihr beschäftigt hätten; besonders in jenem glücklichen Zeitalter, da den unverdorbenen Naturmenschen noch nichts interessirte als die Natur selbst, und Verfeinerung noch nicht das Gefühl für ihre Schönheiten in ihm erstickt hatte. Der prächtige Anblick des gestirnten Himmels erregte die Aufmerksamkeit; die schnellen Aendrungen der Szene reitzten die Neugierde; die majestätische Stille dieses Schauspiels erweckte zum Nachdenken: und einmal erwecktes Nachdenken ist ein Samen, der mit unaufhaltbarer Kraft Früchte bis ins unendliche treibt. So entstand diese Wissenschaft, und so ward sie endlich zu ihrer jetzigen hohen Vollkommenheit gebracht.

Wenn beym Anbruch eines heitern Tages, Aurora ihre Rosen-Flügel über den östlichen Horizont verbreitet, so entfliehn die Schatten der Nacht; die Sterne verschwinden; Menschen und Thiere erwachen, und feyern mit lauter Andacht oder stillem Nachdenken, mit Gebrüll und Gesang, das präch-

tigste Schauspiel der Natur, die Ankunft der Gottheit des Tages. Schon erhebt sich mit stiller Majestät, Helios auf seinem Feuer-Wagen, noch triefend von den Fluten des Ozeans *: umgeben von dem Tanz der Horen, durchläuft er seine schiefe Bahn; sein Glanz nimt mit seiner Höhe zu; Licht und Wärme verbreitet sich über den Erdkreis, bis der Sonnenwagen allmählig wider herab sinkt, und sich im westlichen Ozean untertaucht. Kaum hat sein letzter Schimmer den Erdkreis verlassen, als im Osten die Sterne sichtbar werden. Unzählige leuchtende Punkte erheben sich gleich der Sonne über den östlichen Horizont, steigen gleich ihr höher und höher, um bald wider unter dem westlichen Horizont herabzusinken. Andre durchlaufen ihre Bahnen in größeren Höhen, erheben sich zwar auch von Osten bis zur Mitte des Himmels, und sinken in Westen herab; doch ohne den Horizont zu erreichen, heben sie sich in Norden wider, um ihre Laufbahn von neuem anzufangen. Man verliert sie nie aus dem Gesichte, bis der Glanz der widerkehrenden Sonne sie unsern Augen entzieht; und einige von ihnen scheinen, mit kaum merklicher Bewegung, stets denselben Ort am Himmel einzunehmen. Mit sanfterem Lichte erscheint Selene, die Königin der Nacht, in mannigfaltigen Gestalten, vom Silberfaden des Neumonds bis zur glänzenden Scheibe des Vollmonds; doch unter jeder Gestalt beschreibt sie ähnliche Bogen am Himmel, wie die Sterne, unter denen sie wandelt.

Ihre weitere Entwickelung.

§. 12. Diese ersten einfachen Beobachtungen der täglichen oder gemeinschaftlichen Bewegung aller Himmelskörper gaben zu folgenden Fragen Anlaß: 1, was wird bey Tage aus den

---

* In der That konnte der Anblick der aufgehenden Sonne, die gleichsam in einen nassen Schleyer gehüllt, aus dem Meere heraufsteigt, und deren sanften Schimmer das Auge noch sehr wohl erträgt, das nach einigen Stunden von ihren Strahlen geblendet wird, die Idee veranlassen, daß sie im Meere ausgeruhet habe.

Sternen, die wir bey Nacht sehen? 2) woher kommen die Sterne, wenn sie in Osten über den Horizont hervortreten? und wohin gehen sie, wenn sie in Westen verschwinden? 3) was ist dieser Horizont, der uns die Sterne sichtbar und unsichtbar macht? 4) was ist jenes Sternen-Gewölbe, an dem die Weltkörper ihren täglichen Lauf zu verrichten scheinen? Ein geringes Nachdenken reichte hin, diese Fragen auf folgende Art zu beantworten.

1) Die Sterne verschwinden bey anbrechendem Tage nicht plötzlich, sondern nach und nach, so wie die Morgenröthe zunimt. Beym ersten Anfange der Dämmerung verschwinden die kleinsten Sterne, und die der Gegend am nächsten sind, wo der erste aufschießende Strahl die Ankunft der Sonne verkündigt. Nach und nach nimt der Glanz der größern Sterne ab, ein Licht verlöscht nach dem andern, bis endlich auch das schärfste Auge selbst die Sterne der ersten Größe vor dem Lichte der Sonne nicht mehr erkennt. Dieselben Erscheinungen zeigen sich des Abends, nur in umgekehrter Ordnung. Gleich nach Sonnen-Untergange erscheinen hin und wider einzelne Sterne der ersten Größe mit kaum merklichem Lichte: ihr Glanz nimt allmählig zu, und es zeigen sich immer mehr und mehr kleinere Sterne, so wie die Abend-Dämmerung schwächer wird, bis endlich, bey einbrechender Nacht, auch die kleinsten Sterne wider am Himmel funkeln. Diese Erfahrungen, die man täglich machen kann, setzen es außer Zweifel, daß die Sterne uns nur deshalb unsichtbar werden, weil ihr schwaches Licht vor dem stärkeren Glanze der Sonne verschwindet, oder vielmehr, weil unser vom Sonnenlichte geblendetes Auge für das schwächere Licht der Sterne unempfindlich wird; daß folglich die Sterne auch am Tage ihren Lauf am Himmel fortsetzen. Diese höchst wahrscheinliche Erklärung wird zur Gewißheit, wenn man am hellen Tage auf den Punkt, den ein Stern nach dieser Voraussetzung in einem gewissen Augenblick einnehmen müste, ein Teleskop oder auch nur eine lange Röhre ohne Vergröße-

rungs-Gläser richtet, oder den Himmel aus einem tiefen Brunnen betrachtet. Die Strahlen der Sonne, die das Auge von der Seite blenden, werden hiedurch abgehalten, und man sieht die Sterne, wie bey Nacht. Eben dies findet bey einer totalen Sonnen-Finsterniß Statt, da sich am Mittage die Sterne neben der Sonne zeigen.

2) Wenn man bemerkt (§. 11.), daß einige Sterne nicht unter den Horizont herab sinken, sondern ihre ganze tägliche Bahn sichtbar am Himmel vollenden; daß diejenigen unter ihnen, deren geringe Bewegung kaum merklich ist, von den größeren Bahnen andrer Sterne eingeschlossen werden; daß diese Bahnen sich immer mehr erweitern, bis man zu solchen kömmt, die in ihrem niedrigsten Punkt den Horizont berühren; daß auch diese von noch größeren Bahnen eingeschlossen werden, die ihnen ganz ähnlich sind, wegen ihres größern Umfangs aber zum Theil unter den Horizont fallen müssen; und daß dieser unsichtbare Theil, oder die Entfernung zwischen den beyden Punkten, wo die Sterne auf- und untergehn, immer größer wird, je mehr sie sich von jenen Sternen entfernen: so kann man nicht daran zweifeln, daß diese Sterne auch unter dem Horizont ihre Bewegung fortsetzen, und uns nur deshalb verschwinden, weil der Horizont uns hindert sie zu sehen; daß sie folglich eben sowohl, wie die Sterne die nie untergehn, ganze Kreise am Himmel beschreiben, von denen aber ein Theil unter den Horizont fällt. So bald man vermittelst der Winkelmesser und Uhren, die Bogen, die solche Sterne über dem Horizont durchlaufen, mit ihren ganzen Kreisen, und mit der Zeit, die sie dazu anwenden, vergleichen konnte, und nun fand, daß die Zeit die sie über dem Horizont zubringen, sich zur Zeit eines ganzen Umlaufs genau so verhält, wie ihr sichtbarer Bogen zum ganzen Kreise: so muste man vollkommen von dieser Wahrheit überzeugt werden.

3) Daß die Sterne in dem Theil ihrer Bahn, der unter den Horizont fällt, unsichtbar werden, davon ist der einfache

Grund die Undurchsichtigkeit der Erde. Der Horizont *, der nach allen Seiten unsern Gesichtskreis begränzt, ist die Linie, worin sich Himmel und Erde vermischen. Bey einem freyen Horizont erscheint uns der ganze sichtbare Theil der Erde in eine ebene Fläche ausgedehnt, und von einem Kreise begränzt, in dessen Mittelpunkt wir uns befinden; und man wird sich leicht überzeugen, daß diese Erscheinung Statt finden würde, es sey nun, daß die Oberfläche der Erde wirklich eine Ebne, oder daß sie gleich einer Kugel gekrümmt sey. Der Theil der Erdfläche, den wir übersehen können, ist ein so kleiner Theil ihrer ganzen Ausdehnung, daß er sich mit der Ebne, welche die Erde in diesem Punkt berührt, vermischt, weil seine Krümmung nicht merklich ist. Ueber dieser Ebne liegt der ganze Weltraum vor unsern Augen, und kein irdischer Gegenstand hindert uns, die über einem freyen Horizont liegenden Sterne zu sehen; unter dieser Ebne aber liegt die undurchsichtige Erde, und verdeckt uns jeden Stern, der sich unter dem Horizont befindet. Man begreift eben so leicht, daß diese Ebne sich nach allen Seiten ins Unendliche ausdehnen müsse, wenn gleich die Erdfläche selbst in sehr enge Gränzen eingeschlossen ist. Ihre Lage ist dadurch bestimmt, daß sie die Erde in dem Punkte berührt, wo wir uns befinden; begränzt aber wird sie nur durch den unermeßlichen Weltraum, und ihre Gränze, ihr Durchschnitt mit der Himmels-Sphäre, muß uns wie ein Kreis erscheinen, weil alle Punkte dieser Sphäre gleiche Entfernung von uns zu haben scheinen (§. 5.).

4) Diese Sphäre scheint wie ein ausgespanntes Gewölbe auf der Erdfläche zu ruhen; allein das, worauf sie ruht, oder was ihren sichtbaren Theil vom unsichtbaren trennt, ist nicht die Erdfläche selbst, sondern die Ebne von der sie berührt wird, der Horizont, den wir eben betrachtet haben. Die Reisen um die Welt, und die Messungen die man auf der Erde angestellt

* Ὁρίζω, begränzen.

hat, beweisen, daß unser Erdball in sehr enge Gränzen eingeschlossen ist, und daß man an jedem Orte die Himmels-Sphäre in unermeßlicher Entfernung über dem Horizont ausgespannt sieht. Zwischen der Erdfläche und dem Sternen-Himmel ist demnach eine ungeheure Kluft; die Himmels-Sphäre ruht nicht auf der Erdfläche, sondern umgiebt sie nach allen Seiten in unermeßlicher Entfernung. In jedem Augenblick sehn wir nur die Hälfte dieses Kugel-Gewölbes, dessen andre Hälfte der Horizont uns verdeckt.

Tägliche Umwälzung der Sphäre.

§. 13. Diese allgemeine Bewegung, die alle Weltkörper in 24 Stunden verrichten, ist der Grund der ganzen Sternkunde, und verdient daher die höchste Aufmerksamkeit. Die vornehmsten Umstände, die sich dabey ohne astronomische Instrumente bemerken lassen, sind folgende.

1) Die Sterne ändern, während dieser Bewegung, ihre Lage gegen einander nicht im geringsten. Man darf nur die kenntlichsten Gestirne während einer Nacht aufmerksam verfolgen, um sich zu überzeugen, daß sie wol ihre Lage an der Sphäre, nicht aber ihre Gestalt, oder ihre Lage gegen einander ändern. In den sieben schönen Sternen im Rücken und Schwanze des großen Bären, erkennt der Landmann zu jeder Stunde der Nacht den Wagen am Himmel, wenn gleich die Deichsel bald über dem Wagen herauf steigt, bald herab hängt, bald über unserm Scheitel, bald nahe am Horizont weg geht; und das glänzende Gestirn Orions zeigt uns in jeder Lage am Horizont und im Mittage, dieselbe drohende Gestalt des Riesen. Jede zwey Sterne behalten stets dieselbe Entfernung von einander, und drey oder mehr Sterne, die in gerader Linie liegen, bleiben immer in dieser Linie, wie sehr sich die Lage derselben auch ändern mag. Die Projektionen aller Sterne (§. 5.), oder die Punkte in denen sie an der Sphäre erscheinen, behalten also unverändert dieselbe Lage gegen einander; und hieraus folgt, daß man die einzelnen Bewegungen der unzähligen Sterne durch eine allgemeine Bewegung der Sphäre

vorstellen kann. Diese tägliche Umwälzung der Himmelskugel, wodurch alle Sterne in größern und kleinern Kreisen um die Erde herum geführt werden, und die alles auf eine so einfache Art erklärt, war die erste astronomische Entdeckung, die im Alterthum gemacht ward. Die Sterne sind, zufolge dieser Vorstellung, feste Punkte, die ihren Ort an der Sphäre nicht ändern; aber die ganze Sphäre dreht sich mit diesen leuchtenden Punkten um die Erde: man nennt diese Umwälzung der Sphäre die tägliche oder erste Bewegung (motus *primi* mobilis).

2) Diese tägliche Bewegung geschieht von der linken nach der rechten Seite. Dies zeigt uns der erste Anblick, nach welcher Gegend des Himmels wir unser Auge wenden mögen. Wenn man, wie es in der Astronomie angenommen wird, das Gesicht nach der Gegend des Himmels wendet, wo die Sonne des Mittags die gröste Höhe erreicht, und die man Mittag oder Süden nennt, so hat man hinter sich die entgegengesetzte Seite des Himmels, die Mitternacht oder Norden heist; zur linken Seite hat man die Gegend des Horizonts, wo die Sonne aufgeht, zur rechten die, wo sie untergeht: die erstre heist Morgen oder Osten (*Oriens*), die letztre Abend oder Westen (*Occidens*). Da alle Sterne ähnliche Bahnen wie die Sonne beschreiben, oder vielmehr von der Sphäre auf ähnliche Art herum geführt werden, so gehn sie auch in Osten auf, in Westen unter, und erreichen in der Mitte ihres Weges in Süden ihre gröste Höhe. Je größer diese Höhe ist, je höher ihre Bahn über dem Horizonte liegt, desto weiter fallen die beyden Punkte ihres Auf- und Untergangs nach Norden hin. Beyde laufen endlich in Norden zusammen, und nun folgen die Sterne, deren Bahnen ganz über dem Horizonte liegen, die also weder auf- noch untergehn (§. 11.). Aber auch diese erreichen, wie alle übrigen, ihre gröste Höhe in Süden, und sinken im entgegengesetzten Punkte des Nordens am tiefsten zum Horizont herab, ohne ihn doch ganz zu erreichen.

Unveränderlichkeit der täglichen Bewegung.

§. 14. Die genauere Untersuchung dieser für die ganze Sternkunde so wichtigen Bewegung kömmt auf folgende Punkte an.

1) Sie ändert sich nie, sondern ist einen Tag wie den andern, so daß jeder Stern immer die nämliche Bahn durchläuft.

2) Alle diese täglichen Bahnen sind Kreise, die einander parallel sind, und deren Mittelpunkte alle in einer geraden Linie liegen.

3) Die tägliche Bewegung geschieht gleichförmig, ihre Geschwindigkeit ist unveränderlich und bey allen Sternen dieselbe.

Von der Unveränderlichkeit der Bahn, die jeder Stern täglich beschreibt, kann man sich durch sehr leichte Beobachtungen überzeugen. Mit geringer Aufmerksamkeit wird man finden, daß jeder Stern immer genau an derselben Stelle des Horizonts auf- und untergeht. Ein sehr einfaches Mittel, den scheinbaren Ort eines Sterns an der Sphäre ohne astronomische Instrumente zu bestimmen, ist seine Vergleichung mit irdischen Gegenständen; und die genaueste Methode, diese Vergleichung anzustellen, ist, einen Standort zu suchen, aus dem der Stern zu irgend einer Zeit der Nacht einen leicht zu bestimmenden Punkt eines Objekts berührt. Hat man z. B. einen Stern einmal genau auf der Spitze eines Thurms erblickt, so wird man ihn in jeder Nacht dieselbe Stelle wider einnehmen sehen. Ein Stern, der uns auf einem Theile seiner Bahn von einem gegenüber stehenden Gebäude bedeckt wird, verbirgt sich jede Nacht hinter dem nämlichen Punkt dieses Gebäudes, und trit nach gleichen Zeiten hinter demselben Punkt wider hervor. Ohne andre Werkzeuge, als eine Röhre, eine Diopter, oder ein Lineal, das genau auf einen Stern gerichtet, und in dieser Lage befestigt ist, kann man sich überzeugen, daß die Sterne jede Nacht dieselben Punkte an der Sphäre nach und nach einnehmen, daß sie immer dieselbe gröste Höhe in Süden, und falls sie nicht untergehen, auch dieselbe kleinste Höhe in Norden erreichen. Diese Beobachtungen lassen sich vervielf-

fältigen, so sehr man will; nur versteht es sich, daß der Beobachter selbst jedes Mal denselben Standort einnehmen muß. Astronomische Instrumente, Kreise, Winkelmesser, ꝛc. geben dasselbe Resultat in gröster Schärfe, und setzen es außer Zweifel, daß weder die Sphäre mit den Sternen, noch die Bewegung die sie täglich verrichtet, sich je verrückt.

Lehrsätze aus der Geometrie.

§. 15. Die ganze Astronomie ist eine Anwendung der Geometrie auf die Bewegung der Weltkörper an der Sphäre, oder im Weltraum. Es ist daher unmöglich, die erhabenen Wahrheiten dieser Wissenschaft zu begreifen, viel weniger sich davon zu überzeugen, ohne wenigstens eine Idee von den Grundlehren der Geometrie zu haben. Da aber der Plan dieses Werks weder erlaubt, diese Lehren als bekannt vorauszusetzen, noch sie strenge zu beweisen; so wird es nöthig seyn, hier die vornehmsten derselben, die wir in der Folge beständig brauchen werden, zu sammeln und auf eine faßliche Art vorzutragen.

Mathematische Zeichen.

Die in der Mathematik üblichen Bezeichnungen, die auch hier der Kürze wegen gebraucht werden sollen, sind folgende. Daß zwey Größen, A, B, einander gleich sind, wird durch das Zeichen $=$ ausgedrückt; daß aber die eine größer oder kleiner als die andre sey, durch das Zeichen $>$ oder $<$: so heißt $A > B$ und $B < A$, A ist größer als B, und B kleiner als A. Wenn zwey oder mehr Größen addirt werden sollen, so wird jede mit der andern durch das Zeichen $+$ verbunden; soll aber eine Größe von der andern subtrahirt werden, so wird der erstern das Zeichen $-$ vorgesetzt: so heißt z. B. $7 + 3 + 5 = 20 - 5$, mit Worten ausgedrückt, die Summe der Zahlen 7, 3 und 5, oder 15 ist gleich der Differenz, die man erhält, wenn 5 von 20 subtrahirt wird. In den mathematischen Rechnungen pflegt man alle gebrochene Zahlen durch zehntheilige oder Dezimal-Brüche auszudrücken, und dieselben der ganzen Zahl vermittelst eines Komma anzuhängen, so daß die erste Zahl rechter Hand nach dem Komma Zehntheile, die zweyte Hunderttheile, ꝛc. be-

deutet. So bedeutet z. B. 13,125 so viel als $13 + \frac{1}{10} + \frac{2}{100} + \frac{5}{1000}$ oder $13 + \frac{125}{1000}$, d. i. $13\frac{1}{8}$. Zwey Faktoren, die in einander multiplizirt werden sollen, werden unmittelbar neben einander, oder es wird ein Punkt oder das Zeichen × zwischen ihnen gesetzt; eine Größe aber, die durch eine andre dividirt werden soll, wird über dieselbe in Form eines Bruchs gesetzt. Wenn zwey Größen sich so gegen einander verhalten, wie zwey andre, so daß zwischen diesen vier Größen eine Proportion statt findet, so wird dies so bezeichnet, A : B = C : D, d. h. A verhält sich zu B wie C zu D: und dies ist nichts anders als die bekannte Regel de tri, da man die vierte Größe dadurch findet, daß man das Produkt der zweyten und dritten durch die erste dividirt; es ist also $D = \frac{B \cdot C}{A}$.

Die Lehren der Geometrie, die wir vorzüglich gebrauchen werden, lassen sich auf folgende Sätze bringen.

Linien und Ebnen.

1) Eine gerade Linie ist der Weg, den ein Punkt nimt, wenn er beständig derselben Richtung folgt: eine krumme Linie ist der Weg eines Punkts, der seine Richtung unaufhörlich ändert, also eine Linie, wovon kein Theil gerade ist. Die äußersten Gränzen der Körper, oder ihre Oberflächen, werden in ebene und krumme Flächen getheilt. Eine Ebene ist eine solche Fläche, die alle gerade Linien, die sich zwischen zweyen ihrer Punkte ziehen lassen, ganz in sich aufnimt, ein Gewebe, deren Aufzug und Einschlag aus geraden Linien besteht: sie entsteht, wenn sich eine gerade Linie nach der Seite bewegt, ohne ie ihre Richtung zu ändern. Eine krumme Fläche ist eine solche, wovon kein Theil eine Ebene ist.

1. Figur. Rechte und schiefe Winkel.

2) Wenn eine gerade Linie DC (1. Fig.) eine andre AB schneidet, so macht sie zwey Winkel mit ihr, DCA, DCB, welche Neben-Winkel heißen. Sind diese beyden Winkel von gleicher Größe, so heist jeder von ihnen ein rechter Winkel, und man sagt, die Linien stehen auf einander senkrecht (*perpendicularis, normalis*): der rechte Winkel wird durch R bezeichnet. Sind aber die bey-

den Neben-Winkel E C B, E C A, welche die Linie E C mit A B macht, ungleich, so heißen sie schiefe Winkel. Da nun die Summe beyder Neben-Winkel offenbar immer von gleicher Größe, nämlich 2 R ist, weil, wenn C D sich nach C E dreht, der eine Winkel E C B eben so viel verliert, als der andre A C E zunimt; so muß einer von zwey schiefen Winkeln kleiner, der andre größer als R seyn (E C B < R, E C A > R): Winkel die kleiner als R sind, heißen spitze, und die größer als R sind, stumpfe Winkel. Man sagt, eine gerade Linie stehe auf einer Ebene in einem Punkt senkrecht, wenn sie auf allen geraden Linien, aus denen die Ebene verwebt ist (n. I.), und die sich in diesem Punkt durchkreuzen, senkrecht steht.

3) Verlängert man E C über C hinaus nach F, so heißen die zwey gegenüber stehenden Winkel E C B und A C F Scheitel-Winkel, und sind von gleicher Größe. Denn sowol die Neben-Winkel auf der geraden Linie A B, als auf der Linie E F sind zwey rechten gleich (n. 2.): d. h. A C E + E C B = 2 R und A C E + A C F = 2 R. Zieht man also von beyden gleichen Summen den Winkel A C E ab, so müssen die Reste gleich seyn, E C B = A C F. Scheitel-Winkel.

4) Ein Kreis A D E B F A (2. Fig.) ist eine zusammen laufende krumme Linie, die von einem Punkt C innerhalb des Raums, den sie einschließt, durchgängig gleich weit entfernt ist, so daß alle Linien aus C nach der Peripherie des Kreises, C A, C D, C E, &c. gleich sind. Dieser Punkt C heist der Mittelpunkt (*centrum*) des Kreises, und jede Linie vom Mittelpunkt nach der Peripherie, C A, C E, ein Halbmesser (*radius*). Eine gerade Linie A B durch den Mittelpunkt zwischen zwey entgegengesetzten Punkten der Peripherie, A, B, ist ein Durchmesser (*diameter*): folglich sind nicht allein alle Halbmesser, sondern auch alle Durchmesser des Kreises gleich groß; jeder Durchmesser ist doppelt so groß als der Halbmesser, und theilt den Kreis in zwey gleiche Hälften oder Halbkreise A D B und A F B. Jede gerade Linie G H zwischen zwey Punkten der 2. Figur. Der Kreis.

Peripherie heist eine Sehne (*chorda*), und jeder Theil der Peripherie G F H oder A G, ein Bogen (*arcus*) des Kreises: jede Sehne, die nicht durch den Mittelpunkt geht, theilt die Kreis-Peripherie in zwey ungleiche Bogen G F H und G D H, und die Kreisfläche in zwey ungleiche Segmente G F H G und G A D B H G. Der Durchmesser ist die gröste aller Sehnen, und theilt allein den Kreis in zwey gleiche Bogen und Segmente. Der Theil D C E der Kreisfläche, der von zwey Halbmessern eingeschlossen wird, heist ein Sektor des Kreises.

Maaß der Winkel.

5) Zieht man durch C einen andern Durchmesser D F senkrecht auf A B, so entstehn um C vier rechte Winkel, A C D, D C B, B C F, F C A, die zugleich die Peripherie des Kreises in vier gleiche Theile, A D, D B, B F, F A, theilen, welche Qvadranten heisen: denn man sieht leicht, daß diese vier Qvadranten, wenn sie gehörig auf einander gelegt werden, genau auf einander passen müssen; und das nämliche wird statt finden, der Kreis mag groß oder klein seyn. Wenn man also zwischen den Schenkeln C A, C D (3. Fig.) eines rechten Winkels A C D, aus dem Mittelpunkt C, mit einem willkührlichen Halbmesser C a, einen Kreisbogen a d beschreibt, so ist derselbe ein Qvadrant des ganzen Kreises, wozu a d gehört. Theilt man den rechten Winkel a C d in eine Anzahl gleicher Theile, durch die gleichen Winkel a C b, b C e, e C f, f C d, so sind auch die Bogen, a b, b e, e f, f d, gleich: denn man sieht leicht, daß die Sektoren a C b, ꝛc. genau auf einander passen. Hieraus folgt, daß der Winkel a C b sich zum rechten Winkel a C d verhält, wie der Bogen a b zum Qvadranten a d: so ist z. B. a C b der vierte Theil des rechten Winkels, und der Bogen a b der vierte Theil des Qvadranten. In so viel gleiche Bogen also der Qvadrant abgetheilt ist, in eben so viel gleiche Winkel ist auch der rechte Winkel getheilt: und aus diesem Grunde können die Kreisbogen, die zwischen den Schenkeln eines Winkels geschlagen sind, zum Maaße dieses Winkels dienen; d. h. man kann die Größe des Winkels durch den Bogen zwischen seinen

Qvadranten.

3. Figur.

Schenkeln angeben. Seit den ältesten Zeiten hat man den Quadranten in 90 gleiche Theile, welche Grade heißen, getheilt, jeden Grad in 60 gleiche Theile oder Minuten, jede Minute in 60 Sekunden, u. s. w. Man bezeichnet die Grade durch eine oben an der Zahl der Grade gesetzte Null (°), die Minuten durch einen Strich (′), die Sekunden durch zwey Striche (″), und bestimmt die Größe eines Winkels durch die Anzahl der Grade, Minuten, &c. die der Kreisbogen zwischen seinen Schenkeln enthält: so bedeutet z. B. a C b = 22° 30′, daß der zwischen den Schenkeln dieses Winkels geschlagene Kreisbogen a b 22 Grade und 30 Minuten, oder den vierten Theil von 90°, d. i. vom Quadranten enthält, daß also a C b der vierte Theil eines rechten Winkels ist. Demzufolge enthält der Halbkreis adB, oder die Summe zweyer rechten Winkel a C d + d C B, 180°, und der ganze Kreis 360°, welches vier rechte Winkel ausmacht. Grade, Minuten, Sekunden.

6) Parallele Linien heißen solche, die einerley Lage haben: sie müssen also zuvörderst in einer Ebene liegen, und in dieser Ebene dieselbe Richtung haben. Das einzige Mittel, die Lage einer Linie zu bestimmen, ist, ihre relative Lage gegen eine andre bekannte Linie anzugeben (§. 2.), d. i. den Winkel, unter dem sie diese Linie schneidet. Da nun diese Linie willkührlich ist, so folgt, daß zwey Parallel-Linien A B, C D, (4. Fig.) jede dritte Linie E F unter gleichen Winkeln, E G B, E H D, schneiden: auch sind die Wechsel-Winkel, A G H und E H D gleich, weil die Scheitel-Winkel, E G B, A G H, gleich sind (n. 3.); endlich ist die Summe der zwey innern Winkel E H D + B G H = 2 R = 180°. Ist also der eine dieser beyden Winkel ein rechter, so ist es auch der andre: mit andern Worten, eine Linie, die auf einer von zwey Parallel-Linien senkrecht steht, schneidet die andre auch senkrecht. Die parallele Lage zweyer Linien wird durch das Zeichen ∥ bezeichnet. Parallel-Linien. 4. Figur.

5. Figur. Geradlinige Dreyecke.

7) Wenn drey gerade Linien (5. Fig.), AB, AC, BC, einen Raum von allen Seiten einschließen, so heist die dadurch entstehende Figur ein geradliniges Dreyeck, welches also aus drey Seiten und drey Winkeln besteht. Ist einer der Winkel, ACB, ein rechter, so heist das Dreyeck ein rechtwinklichtes: die beyden Seiten, die ihn einschließen, CA, CB, werden Katheten, und die ihm gegenüber stehende Seite, AB, die Hypothenuse genannt. Sind zwey Seiten, AB, AC, gleich lang, so heist das Dreyeck gleichschenklicht; und gleichseitig, wenn alle drey Seiten von gleicher Länge sind. Das Dreyeck mag nun groß oder klein, es mag gestaltet, und die Seiten und Winkel mögen so ungleich seyn, wie man will, so ist beständig die Summe aller drey Winkel so groß wie zwey rechte. Um sich hievon zu überzeugen, ziehe man durch einen Winkel B eine Linie EF mit der gegenüber stehenden AC parallel, und verlängre die zwey andern Seiten des Dreyecks, AB und CB nach D und G. Wegen der parallelen Lage der Linien EF und AC, wird jede andre Linie, AD und CG, von beyden unter gleichen Winkeln geschnitten (n. 6.): man hat also EBD = CAB, und die Wechsel-Winkel CBE = ACB, mithin CAB + ACB = EBD + CBE = CBD. Weil nun die Summe der beyden Neben-Winkel CBD und ABC zwey rechten gleich ist (n. 2.), so ist auch die Summe aller drey Winkel des Dreyecks = 180°. Sind daher zwey Winkel eines Dreyecks gegeben, so ist auch der dritte Winkel bekannt, indem man die Summe jener beyden von 180° abzieht; und im rechtwinklichten Dreyeck machen die beyden übrigen zusammen 90°, so daß einer durch den andern bestimmt wird.

4. Figur. Hieraus folgt zugleich, daß zwey Parallel-Linien (4. Fig.) AB, CD, sich nie schneiden können, sondern immer gleiche Entfernung von einander behalten: denn wenn sie sich in I schnitten, so entstände ein Dreyeck, dessen Seiten, GH, GI, HI, wären, und worin zwey Winkel bey G und H zusammen zwey rechte ausmachten (n. 6.); welches unmöglich ist, weil nur

alle drey Winkel zuſammen 180° ausmachen. In jedem Dreyeck kann man die eine Seite, A B, als den geraden oder kürzeſten Weg zwiſchen den Punkten A und B, die Summe der beyden andern Seiten aber, A C + C B, als einen Umweg zwiſchen eben dieſen Punkten anſehn: woraus folgt, daß in jedem Dreyeck die Summe zweyer Seiten größer als die dritte Seite iſt. 5. Figur.

8) Wenn zwey Ebenen (6. Fig.) A B, C D, von einer dritten E F H G, in den geraden Linien, E F, G H, geſchnitten werden, und dieſe beyden Linien immer parallel ſind, wie auch die ſchneidende Ebene gelegt werden mag, ſo nennt man die Ebenen A B, C D, parallel: ſie können ſich alſo nie ſchneiden, weil ſich alsdenn auch die zwey Parallel-Linien, E F, G H, ſchneiden müſten, welches unmöglich iſt (n. 7.). Hieraus folgt auch, daß eine gerade Linie E G, die auf einer von zwey parallelen Ebenen, A B, ſenkrecht ſteht, alſo alle Linien in derſelben, E F, E I, ſenkrecht ſchneidet (n. 2.), auch auf der andern Ebene C D ſenkrecht iſt. Wenn nämlich dieſe Ebene von der Ebene F E G H in G H, und von der Ebene I E G K in G K geſchnitten wird, ſo iſt G H ∥ E F, und G K ∥ E I, weil die Ebenen A B, C D, parallel ſind: folglich ſind E G H und E G K rechte Winkel, weil es G E F und G E I ſind (n. 6.); E G ſteht auf allen Linien G H, G K, alſo auf der Ebene C D ſenkrecht (n. 2.). 6. Figur. Parallele Ebnen.

9) Wenn (7. Fig.) die Seite eines Dreyecks, A B, und der Winkel B A C gegeben iſt, und man aus dem Punkt B die Linien, B C, B D, ꝛc. zieht, bis ſie den Schenkel A E des gegebenen Winkels ſchneiden, alſo ein Dreyeck formiren, ſo wird die dritte Seite A D deſto kleiner, je kleiner der Winkel A B D genommen wird, und beyde Seiten, A D, B D, werden deſto ungleicher, bis endlich, wenn D in A fällt, ihr Unterſchied gar nicht mehr zu beſtimmen iſt, indem die eine Seite B D = B A wird, und die andre verſchwindet. Macht man aber A B D größer, 7. Figur. Gleichſchenklichte Dreyecke.

so nähern sich beyde Seiten wider, und es muß einen Punkt C geben, wo beyde Seiten, A C, B C, gleich sind. Alsdenn müssen im Dreyeck A C B auch die Winkel an A und B gleich seyn: denn das Dreyeck ist von beyden Endpunkten der Basis A B auf gleiche Art formirt, und es ist kein Grund, warum der Winkel an A größer oder kleiner als an B seyn sollte, weil an beyden Seiten die Lage gleich ist. In jedem gleichschenklichten Dreyeck sind also die Winkel an der dritten Seite gleich; und aus eben dem Grunde ist jedes Dreyeck gleichschenklicht, das zwey gleiche Winkel hat: sie liegen den gleichen Schenkeln gegenüber.

8. Figur. Ebene Trigonometrie.

10) Wenn in zwey Dreyecken (8. Fig.) die Winkel, A, a, gleich sind, und man legt a b auf A B, so fällt auch a c auf A C. Sind demnach diese Seiten gleich, A B = a b, A C = a c, so fällt auch b auf B, c auf C, und b c mit B C zusammen, also passen die Dreyecke genau auf einander: d. h. zwey Dreyecke, die einen gleichen Winkel, und die beyden Seiten die ihn einschließen, gleich haben, sind sich ganz gleich oder identisch, und jedes Dreyeck wird durch diese drey Dinge völlig bestimmt. Eben dies gilt, wenn in den beyden Dreyecken zwey Winkel, also alle drey Winkel (n. 7.), und eine Seite, A B, a b, gleich sind. Es läst sich nämlich nun a b auf A B legen, und wenn a = A, b = B ist, so fällt a c auf A C, und b c auf B C, also auch ihr Durchschnitts-Punkt c mit C zusammen, und die Dreyecke passen auf einander: jedes Dreyeck wird also auch durch eine Seite und zwey Winkel völlig bestimmt. Wenn

9. Figur.

widerum (9. Fig.) die zwey Seiten A B, A C, gegeben sind, aber der Winkel A größer gemacht wird, so daß A C die Lage A D erhält, so sieht man leicht, daß die dritte Seite B D auch größer wird, als B C war. Soll also auch die dritte Seite dieselbe Größe behalten, so muß der Winkel A ungeändert bleiben: folglich hat man den ersten Fall, und ein Dreyeck wird durch die drey Seiten völlig bestimmt. Aus allem diesem erhellt, daß wenn drey Stücke eines Dreyecks, worunter wenig-

ſtens eine Seite ſeyn muß, gegeben ſind, dadurch auch die übrigen drey Stücke beſtimmt ſind, folglich daraus berechnet werden können, wozu die ebene Trigonometrie Anleitung giebt. Eine Seite muß darunter ſeyn, weil, wenn bloß drey Winkel bekannt wären, in der That nur zwey Stücke gegeben wären, indem der dritte daraus ſchon von ſelbſt folgt.

10. Figur. Die Kugel.

11) Eine krumme Oberfläche A F P E B Q D (10. Fig.), die einen Raum von allen Seiten ſo einſchließt, daß ſich in demſelben ein Punkt C angeben läſt, der von allen Punkten dieſer Oberfläche gleich weit entfernt iſt, heiſt eine Kugel, C ihr Mittelpunkt: alle Linien vom Mittelpunkt nach der Oberfläche, oder alle Halbmeſſer, C A, C B, C D, C E, C F, C H, ſind von gleicher Größe, ſo wie auch alle Linien durch den Mittelpunkt, oder alle Durchmeſſer, A B, D E, P Q. Wenn man durch C eine Ebene A C B D legt, ſo iſt ihr Durchſchnitt mit der Kugelfläche A D B E A ein Kreis, der mit der Kugel denſelben Mittelpunkt C, und Halbmeſſer, C A, C D, ꝛc. hat; und alle ſolche Kreiſe, wie A D B E und A P B Q, haben die Eigenſchaft, daß ſie ſich gegenſeitig in zwey gleiche Hälften theilen, weil ſie durch ihren gemeinſchaftlichen Mittelpunkt C gehen. Wird aber die Kugel von einer Ebene F H G geſchnitten, die nicht durch ihren Mittelpunkt geht, ſo iſt die Durchſchnitts-Figur mit der Kugelfläche F H G I zwar auch ein Kreis, deſſen Durchmeſſer F G aber kleiner iſt, als der Durchmeſſer A B der Kugel. Man ziehe nämlich aus C eine Linie C K ſenkrecht auf die Ebene F G, und dann nach beliebigen Punkten der Duchſchnitts-Figur F H G I, aus K und C gerade Linien: ſo werden daraus Dreyecke entſtehen, wie C K F, C K H, C K G, ꝛc. die alle die Seite C K gemein, und bey K rechte Winkel haben, weil C K auf der Ebne F G ſenkrecht ſteht. Außerdem ſind alle Hypothenuſen, C F, C H, ꝛc. als Halbmeſſer der Kugel, gleich groß: folglich ſind auch die dritten Seiten dieſer Dreyecke gleich (n. 10.), d. h. K F = K H = K G = K I, oder F H G I iſt ein Kreis um den Mittelpunkt K, deſſen Durch-

messer F G eine Sehne der Kugel oder des Kreises A P B Q ist, die nicht durch den Mittelpunkt C geht, also kleiner als der Durchmesser A B ist. Legt man durch die Kugel noch eine Ebene M O N, die mit den Ebnen F G und A B parallel ist, so wird ihr Durchschnitt mit der Kugelfläche M O N R aus eben dem Grunde ein Kreis, und C K wird verlängert, auch auf der Ebene M N, weil sie mit F G parallel ist, senkrecht stehn (n. 8.): sein Mittelpunkt L liegt also in der geraden Linie C K, aber sein Durchmesser M N ist kleiner als F G, und wird desto kleiner, je weiter die Ebene M N sich vom Mittelpunkt C entfernt. Hieraus erhält man folgende wichtige Sätze.

Gröste und kleinere Kreise.

12) Jede Ebene durchschneidet die Kugelfläche in einem Kreise; diese Kreise werden desto kleiner, je weiter sie sich vom Mittelpunkt der Kugel entfernen: die grösten unter allen Kreisen auf der Kugel sind also die, welche durch den Mittelpunkt der Kugel gehn, und mit ihr denselben Mittelpunkt und gleiche Halbmesser haben: sie heißen daher gröste, die übrigen kleinere Kreise. Diese letztern haben ihren Mittelpunkt da, wo eine aus der Kugel Mittelpunkt senkrecht auf ihre Ebene gezogene Linie dieselbe trifft.

Parallel-Kreise und ihre Axe.

13) Alle Kreise, F G, M N, S T, deren Ebenen parallel sind, heißen Parallel-Kreise, und die Mittelpunkte von allen solchen Kreisen, K, L, V, liegen in dem Durchmesser Q C K L P, der auf ihren Ebenen senkrecht steht; daher dieser Durchmesser der Kugel die gemeinschaftliche Axe aller dieser Parallele heißt, so wie die beyden entgegengesetzten Punkte, P, Q, wo diese Axe die Kugelfläche trifft, die Pole dieser Kreise genannt werden. Den grösten Kreis A D B, mit dem sie parallel sind, nennt man auch ihren Aequator. Seine Axe und Pole sind mit denen der Parallel-Kreise einerley, und er ist von seinen Polen durchgängig um 90° entfernt: denn da P Q in C auf diesem Kreise, also auf allen seinen Halbmessern senkrecht steht, so sind alle die Bogen P A, P B, P D, ꝛc. Quadranten, folg-

lich auch QA, QB, ꝛc. weil PAQ, PBQ, ꝛc. Halbkreise sind.

14) Wenn sich der Qvadrant PA um PC bis in die Lage PD dreht, so beschreiben die Punkte, A, F, M, die Bogen ihrer Parallele, AD, FH, MO, welche in eben dem Verhältnisse wachsen, wie die Winkel APD oder ACD, so daß jene Bogen eben so viele Grade haben, wie diese Winkel, und daher zu ihrem Maaße dienen können. Die Parallele werden desto kleiner, je näher sie einem von beyden Polen, oder je weiter sie von ihrem Aeqvator liegen (n. 12.). Ist nun die Entfernung eines Parallels vom Mittelpunkt der Kugel, oder von seinem Aeqvator, also die Linie CK oder der Winkel ACF, gegeben, welcher letztre mit der Entfernung vom Pol, FCP, 90° ausmacht, weil CP auf CA senkrecht steht: so kennt man im Dreyeck CKF, den rechten Winkel CKF, den Halbmesser der Kugel CF, und CK oder KCF, woraus sich der Halbmesser des Parallels KF berechnen läst (n. 10.). So wie sich nun KF zum Halbmesser der Kugel CA verhält, so verhalten sich auch die Peripherien des Parallels und des Aeqvators, mithin auch ihre Hälften, ihre Qvadranten, ihre Grade, Minuten und Sekunden: und dieses Verhältniß bleibt das nämliche, die Kugel mag groß oder klein seyn. Verhältniß ihrer Größe.

15) Der Theil der Kugelfläche, FGNM oder ABGF, der von zwey Parallel-Kreisen eingeschlossen wird, heist eine Zone *, und die Kugelfläche, MNPM oder MNQM, die zwischen einem Parallel und seinem Pol fällt, ein Segment der Kugel. Kugel-Zonen und Segmente.

16) Wenn drey gröste Kreise der Kugel (11. Fig.), AB, AD, BD, deren Ebenen ACB, ACD, BCD, also durch den Mittelpunkt C der Kugel gehn, sich in den Punkten, A, B, D, schneiden, so bilden sie auf der Kugel Oberfläche ein Sphärische Dreyecke. 11. Figur.

---

* ζώνη, der Gürtel.

Kugel- oder sphärisches Dreyeck. Die Seiten desselben sind die Bogen, A B, A D, B D, deren Grade durch die Winkel, A C B, A C D, B C D, gemessen werden (n. 5.); und die Winkel bey A, B, D, unter welchen sich die Ebenen der Seiten schneiden, heißen die Winkel des Dreyecks. Der Bogen des grösten Kreises, A B, ist der kürzeste Weg, den ein Punkt A auf der Kugel Oberfläche nehmen kann, um nach B zu gelangen; jeder andre Weg A D B ist ein Umweg: mit andern Worten, in jedem sphärischen Dreyeck, wie im geradlinigen, ist die Summe zweyer Seiten immer größer als die dritte Seite.

Sphärische Trigonometrie.

17) Aus einer Seite A B, und den beyden anliegenden Winkeln, A, B, läst sich nur ein sphärisches Dreyeck bilden, oder das Dreyeck wird durch diese drey Stücke völlig bestimmt: denn es sind dadurch die Punkte, A, B, und die Lage der Bogen, A D, B D, gegen A B, folglich auch ihr Durchschnitts-Punkt, D, gegeben. Eben dies ist der Fall, wenn ein Winkel A, und die beyden anliegenden Seiten gegeben sind: der Winkel bestimmt die Lage der Bogen, A B, A D, und ihre Größe die Punkte, B, D, zwischen welchen sich nur ein gröster Kreisbogen B D legen läst. Wenn aber nun der Winkel A vergrößert wird, so daß A D in A d fällt, so wird nothwendig die dritte Seite B D größer, nämlich B d: soll also die dritte Seite ungeändert bleiben, so muß auch der Winkel A, mithin das ganze Dreyeck, dieselbe Größe und Gestalt behalten: d. h. durch die drey Seiten wird das ganze Dreyeck bestimmt. Eben dies gilt, wenn die drey Winkel des Dreyecks gegeben sind. Es folgt hieraus überhaupt, daß in jedem sphärischen Dreyeck, durch drey gegebene Stücke, Seiten oder Winkel, die übrigen drey Stücke völlig bestimmt sind; und die sphärische Trigonometrie lehrt die Regeln, wonach sie berechnet werden.

Nach dieser langen Digression können wir nun wider zur Betrachtung der täglichen Bewegung zurück gehn.

§. 16. Wenn man die tägliche Bewegung der Sterne während einer Nacht aufmerksam verfolgt, so wird man bald bemerken, daß ihre Bahnen, so weit das Augenmaaß hierüber urtheilen kann, Kreise zu seyn scheinen, die alle einander parallel liegen; daß diese Kreise kleiner werden, je näher sie einem gewissen Punkt am Himmel sind; daß sie endlich in diesem Punkt, der selbst keine Bewegung hat, zusammen laufen, und daß die Mittelpunkte aller dieser Kreise in einer geraden Linie zu liegen scheinen, die von unserm Auge nach jenem Punkt gezogen wird. Da sich nun unser Auge im Mittelpunkt der Himmels-Sphäre befindet (§. 12.), so würde, diesen Beobachtungen gemäß, die tägliche Bewegung in einer Umwälzung der Sphäre um eine gerade Linie durch ihren Mittelpunkt und jenen unbeweglichen Punkt, d. h. um eine Axe, bestehn, und dieser unbewegliche Punkt wäre das eine Ende der Axe, oder der Pol: alle Sterne beschrieben dann Parallel-Kreise, die alle diese gerade Linie zur gemeinschaftlichen Axe hätten, und desto kleiner würden, je näher sie dem Pole lägen (§. 15. u. 13. 14.). Eine gründliche Ueberzeugung hievon kann man indessen nur durch astronomische Instrumente erhalten, und es sind dazu sehr einfache Werkzeuge hinlänglich. Schon bey den alten Griechen war die Armillar-Sphäre im Gebrauch, die hiezu besonders beqvem ist. Dies ist ein aus mehreren Ringen zusammengesetztes Werkzeug, denen man die Lage der Kreise an der Himmels-Sphäre geben kann. Richtet man nun die Axe dieses Instruments auf den Pol der Himmels-Sphäre, und befestigt senkrecht auf dieser Axe mehrere parallele Ringe, so sieht man, wie jeder Stern längs einem dieser Ringe seine tägliche Bewegung verrichtet, so daß alle diese Bahnen parallel sind, und ihre Mittelpunkte in der Axe haben.

Die tägliche Bewegung geschieht in Parallel-Kreisen um eine Axe.

Die vor etwa 200 Jahren erfundene parallatische Maschine ist hiezu noch beqvemer. Man stelle sich (12. Fig.) ein Fernrohr O B vor, das mit der Axe A C unter jedem Winkel A C O fest verbunden werden kann: die Axe A C kann

Parallatische Maschine. 12. Figur.

in jeder Lage gegen den Horizont A F in zwey Punkten, A und G, so befestigt werden, daß sie, ohne diese Lage zu ändern, um sich selbst herumgedreht werden kann; durch welche Bewegung, das mit A C verbundene Fernrohr C B einen Kegel, und jeder Punkt desselben B, so wie auch der in der Richtung des Fernrohrs liegende Punkt S der Himmels-Sphäre, einen Kreis beschreiben wird, dessen Axe A C ist, und dessen Mittelpunkt P in der verlängerten Linie A C liegt. Richtet man nun A C ungefähr auf den Pol der Himmels-Sphäre, und das Fernrohr O B auf irgend einen Stern S, und ändert sowol die Lage von A C als von O B so lange, bis das Auge in O den Stern während seines ganzen täglichen Umlaufs nicht aus dem Fernrohre verliert, indem man ihm durch die Umdrehung von A C beständig folgt: so ist man gewiß, daß der Stern einen Kreis S T V beschrieben hat, dessen Mittelpunkt P in der verlängerten Axe A C liegt. Richtet man dann, ohne die Lage der Axe A C zu ändern, das Fernrohr auf einen andern Stern, indem man es unter einem andern Winkel O C A gegen die Axe neigt, in dieser Lage befestigt, und nun durch die Umdrehung der ganzen Maschine um A C dem Sterne beständig folgt, so wird man auch diesen Stern nie aus dem Fernrohre verlieren: woraus folgt, daß jeder andre Stern einen Kreis am Himmel beschreibt, dessen Mittelpunkt in der Axe A C liegt, daß also, weil die Lage von AC nicht geändert ist, alle Sterne Parallel-Kreise beschreiben, deren gemeinschaftliche Axe die Lage A C hat, in deren Verlängerung ihre Mitttelpunkte liegen. Je kleiner der Winkel A C O ist, desto kleiner wird auch der Kreis, den ein Stern S beschreibt, bis endlich, wenn C O mit C A zusammen fällt, das Fernrohr B unverändert auf den Pol P gerichtet bleibt, wenn gleich die Maschine umgedreht wird. Mit dem Winkel A C O wachsen auch die Kreise, welche die Sterne beschreiben, auf die das Fernrohr gerichtet ist: man findet daher den grösten dieser Parallel-Kreise, der seinen Mittelpunkt in C selbst oder im Auge O hat, wenn A C O ein rech-

ter Winkel ist. Auf diese Art erhält man also folgende deutliche Vorstellung von der täglichen Bewegung.

Es gibt einen Punkt am Himmel, der allein unbeweglich ist, und der Pol genannt wird *: um die gerade Linie durch diesen Pol und unser Auge, dreht sich, wie um eine Axe, die ganze Sphäre von der linken nach der rechten Seite, so daß alle Sterne Parallel-Kreise beschreiben, deren Mittelpunkte in dieser Axe liegen. Diese Kreise sind desto kleiner, je näher sie dem Pole liegen, und desto größer, je weiter sie vom Pol entfernt sind: der gröste aller dieser Kreise, oder der Aequator, hat seinen Mittelpunkt in unserm Auge.

Ihre Gleichförmigkeit.

§. 17. Die Bewegung eines Körpers ist der in einer gewissen Zeit durchlaufene Raum, und die Vergleichung des Raums mit der Zeit bestimmt das, was man Geschwindigkeit nennt, die desto größer ist, je größer die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume, oder je kleiner die auf gleiche Räume zugebrachten Zeiten sind. Bewegt sich der Körper so, daß er in jeder folgenden gleichen Zeit, z. E. in jeder folgenden Sekunde, einen größeren Raum durchläuft, als in der vorhergehenden, so wird seine Bewegung beschleunigt, oder er bewegt sich mit zunehmender Geschwindigkeit; werden aber die Räume immer kleiner, so wird seine Bewegung verzögert; beschreibt er endlich immer fort in gleichen Zeiten gleiche Räume, so geht er mit beständiger Geschwindigkeit fort, und seine Bewegung heist gleichförmig.

Nachdem die Art und Weise, wie die tägliche Bewegung der Sphäre verrichtet wird, bestimmt ist (§. 16.), so erfodert noch ihre Geschwindigkeit unsre Aufmerksamkeit. Zur Gleichförmigkeit dieser Bewegung wird erfodert, daß nicht allein jeder ganze Umlauf der Sphäre immer in derselben Zeit geschiehet, sondern auch daß die Sterne jede zwey gleichen Theile

---

* πολεῖν, sich drehen: der Punkt, um den sich alles drehr.

ihres täglichen Kreises in gleichen Zeiten durchlaufen, so daß die Bogen sich verhalten wie die Zeiten, worin sie von den Sternen durchlaufen werden, oder in der mathematischen Sprache, daß die Bogen den Zeiten proportional sind. Da nun die täglichen Kreisbahnen aller Sterne ihre Mittelpunkte in der Axe haben (§. 16.), so heist dies, daß ihre Bewegung um die Axe oder den Pol gleichförmig ist; womit es sehr wohl bestehen kann, daß diese Bewegung in Absicht auf den Horizont oder irgend einen andern Kreis ungleichförmig ist. Von dieser Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung um die Axe kann man sich, vermittelst der parallatischen Maschine (§. 16.) auf eine leichte Art überzeugen, wenn man sich dabey einer genauen Uhr bedient, um Zeit und Raum zu vergleichen. Es sey senkrecht auf die Axe A C ein in seine Grade abgetheilter Kreis *s t v* und ein Zeiger *A a* befestigt, so daß letztrer sich mit der Axe umdreht, erstrer aber unverändert in derselben Lage bleibt. Richtet man nun das Fernrohr auf irgend einen Stern, befestigt es in dieser Lage, und bemerkt jedesmal die Zeit, die die Uhr anzeigt, wenn der Stern in der folgenden Nacht wider im Fernrohr erscheint: so findet man, daß alle diese Zwischen-Zeiten von gleicher Größe sind, daß folglich alle ganzen Umläufe der Sterne in gleichen Zeiten verrichtet werden. Bemerkt man wiederum die Zeit, da der Zeiger auf *s* und das Fernrohr auf den Stern S gerichtet war, folgt der Bewegung des Sterns mit dem Fernrohr, folglich auch mit dem Zeiger, und bemerkt die Zeit, wenn der Zeiger auf dem abgetheilten Kreisbogen *s t v*, mithin auch der Stern in seinem Parallel S T V, 1°, 2°, 2c. durchlaufen hat: so wird man finden, daß jeder Grad in gleicher Zeit, 2 Grade in der doppelten Zeit, 2c. durchlaufen werden, daß also die Bogen oder Räume den Zeiten proportional sind, folglich die tägliche Bewegung der Sterne oder der Sphäre um die Axe gleichförmig ist.

Andre Methoden, die sich auf den Zusammenhang gründen, der zwischen der Bewegung der Sterne in Absicht auf den Horizont und ihrer Bewegung um die Axe statt findet, und die dasselbe Resultat geben, lassen sich erst in der Folge erklären. Die Alten, denen es an Mitteln fehlte, die Zeit genau einzutheilen, konnten sich von der Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung, vermittelst der Wasser-Uhren, auf folgende Art überzeugen. In dem Augenblick, da die Dioptern auf einen Stern gerichtet waren, ließ man das Wasser aus einem Gefäße durch eine kleine Oeffnung in ein andres Gefäß laufen, bis der Stern sich in der nächsten Nacht wider in den unverrückten Dioptern befand. Das ausgelaufene Wasser ward sorgfältig aufbewahrt, und in das leere Gefäß zurückgegossen: da man dann fand, daß immer die nämliche Menge Wassers in der Zeit ausfloß, die der Stern gebrauchte, einen Umlauf zu vollenden. Man widerholte den Versuch mit demselben Sterne in andern Punkten des Himmels, und mit andern Sternen, und erhielt immer das nämliche Resultat, daß alle Sterne ihre Umläufe in gleichen Zeiten verrichteten, von welcher Gegend des Himmels man diese Umläufe auch rechnen mochte.

Die Größe der Erde verschwindet gegen die Himmels-Sphäre.

§. 18. Wenn man die Beobachtungen mit der paralla-tischen Maschine (§. 16.) an andern Orten der Erde anstellt, so zeigt sich ein sehr sonderbarer Umstand, dessen Erklärung anfangs unmöglich schien, endlich aber zu einer der wichtigsten Entdeckungen in der Sternkunde führte. Die oben (§. 16.) beschriebenen Versuche beweisen, daß die ganze Erde sich um eine Axe wälzt, die durch den Pol P am Himmel, und durch unser Auge, oder durch den Ort A der Erde geht, den wir bewohnen. An welchem Orte der Erde, B, C, &c. man nun diese Beobachtungen anstellen mag, so geben sie immer das nämliche Resultat: die tägliche Bewegung erfolgt genau so, als drehte sich die Sphäre um eine gerade Linie durch einen festen Punkt des Himmels P, und den Ort B oder

C des Beobachters. Hieraus folgt, daß die Axe der täglichen Bewegung durch den Pol P und alle Punkte der Erdfläche geht, sie mögen so entfernt von einander seyn, und eine Lage gegen einander haben, wie man will. Da es nun unmöglich ist, durch alle diese Punkte wirklich eine gerade Linie zu ziehen, so läst sich diese sonderbare Erscheinung nur auf folgende Art erklären. Jene Beobachtungen beweisen unmittelbar, daß alle gerade Linien, die aus einem Punkt P der Sphäre durch alle Punkte der Erdfläche gezogen werden, so nahe zusammen fallen, daß wir sie nicht von einander unterscheiden können, d. h. daß die ganze Erde im Verhältniß gegen die Himmels-Sphäre so äußerst klein ist, daß man sie bey allen Beobachtungen, die man mit den Fixsternen anstellt, für einen Punkt ansehen kann und muß. Hieraus folgt dann das sehr merkwürdige Resultat, welches diese ersten Beobachtungen am Himmel sehr erleichtert, und ohne welches die sphärische Astronomie nicht so schnelle Fortschritte gemacht haben würde: nämlich, daß man in diesem ganzen Theile der Astronomie, der bloß die Bewegungen an der Sphäre betrachtet, auf die eigentliche Gestalt der Erde gar nicht Rücksicht nehmen darf; daß es gleichgültig ist, ob man sie sich platt, eckigt, oder rund vorstellt, wenn man sie nur nicht größer macht, als sie wirklich ist; daß man endlich jeden Ort auf ihrer Oberfläche oder in ihrem Innern wie ihren Mittelpunkt ansehen kann. Die Erde selbst ist also der Mittelpunkt der Sphäre; und da sie von dieser wie von einer Kugel-Schale umgeben wird, so ist es natürlich, sich den innern Kern dieses ungeheuren Gehäuses gleichfalls wie eine Kugel vorzustellen. Wir werden demnach, so lange bloß von scheinbaren Bewegungen die Rede ist, die Erde als eine unendlich kleine Kugel um den Mittelpunkt der Sphäre ansehn, nicht allein weil jede Gestalt der Erde, wie wir eben gesehen haben, gleichgültig, und die Kugelform die einfachste ist, sondern auch weil es die einzige Form ist, bey welcher

kein Punkt der Erde vor dem andern ausgezeichnet wird. Es folgt hieraus zugleich, daß, welchen Ort der Erde ein Beobachter bewohnen mag, er sich immer im Mittelpunkt der Sphäre befindet.

Zweytes Kapitel.

Die Sphäre mit ihren Kreisen.

Horizontale und vertikale Linien und Ebenen.

§. 19. Der Horizont, der unsern Gesichtskreis bestimmt und die sichtbare Hälfte der Sphäre von der unsichtbaren absondert, ist die Ebene, die die Erdfläche an dem Orte, wo wir uns befinden, berührt (§. 12. n. 3.). Um aber von den ersten und einfachsten astronomischen Beobachtungen, wodurch die Lage der Sterne gegen den Horizont bestimmt wird, einen deutlichen Begrif zu haben, müssen wir die Lage dieser Ebene etwas genauer betrachten.

Der Horizont eines Orts ist die Erdfläche selbst, wenn diese eine ebene Fläche ist; wenn aber die Erdfläche gekrümmt ist, so fällt der Horizont doch wenigstens in einer geringen Entfernung mit derselben zusammen, und die Ebene, in die sich die von Bergen und Thälern freye Erdfläche oder die Meeresfläche auszudehnen scheint, ist mit dem Horizont einerley. Allein es giebt ein leichteres und genaueres Mittel, die Lage dieser Ebene an jedem Orte der Erde zu bestimmen. Eine gemeine Erfahrung, die wir schon in der frühesten Kindheit oft zu machen Gelegenheit gehabt haben, lehrt uns, daß alle Körper, sie mögen zur Erde herabfallen, oder frey an einem Faden hängen, dieselbe Richtung annehmen, die ein aufrechts stehender Mensch hat, nämlich senkrecht auf der

Oberfläche eines ruhenden Wassers, oder der Ebene auf der wir stehen. Jeder Körper fällt von einer Höhe gerade oder durch den kürzesten Weg zur Erde herab; und die genauesten Messungen und Untersuchungen, die man hierüber angestellt hat, beweisen, daß die Richtung der Schwere auf dem Horizont senkrecht ist. Diese Richtung heist vertikal, weil sie durch den Punkt der Sphäre gerade über unserm Scheitel (*vertex*) geht, und lothrecht, weil sie die eines frey herabhängenden Loths oder Senkbleys ist. Man begreift leicht, daß diese Richtung, eben weil sie allerwärts auf der Erdfläche senkrecht ist, so wie der Horizont selbst, an jedem Orte der Erde eine verschiedene Lage haben müsse, wenn die Erde gekrümmt ist. An jedem Orte heißen die Linien, die daselbst der Richtung der Schwere parallel sind, Vertikal-Linien; und jede Ebene, durch die sich eine solche Linie ziehen läst, oder mit der die Richtung der Schwere zusammen fällt, heist eine vertikale Ebene. Ein Senkbley ist daher das beqvemste Mittel, den Horizont jedes Orts zu bestimmen. Jede Linie auf der Richtung des Loths senkrecht gezogen, ist eine Horizontal-Linie, oder liegt im Horizont; und jede Ebene, auf der das Loth senkrecht steht, ist eine Horizontal-Ebene, d. h. sie berührt die Erdfläche an diesem Orte, oder ist mit ihr parallel: denn da die ganze Erde hier wie ein Punkt angesehen werden kann (§. 18.), so kömmt eine geringe Erhöhung über der Erdfläche gar nicht in Betracht, sondern es kömmt hier bloß auf die Lage des Horizonts an, diese Ebene mag durch die Oberfläche der Erde, oder oberhalb derselben, oder selbst durch ihren Mittelpunkt gelegt werden.

Höhe, Azimuth, Zenit.

§. 20. Man sagt von einem Körper, er sey desto höher, je weiter er über der Erdfläche, d. i. über dem Horizont erhoben ist; und desto niedriger, je näher er dem Horizonte liegt: sein niedrigster Ort ist im Horizonte selbst, und eine tiefere Lage macht ihn unsichtbar. Diesen Sprachgebrauch des gemeinen Lebens hat man auch in der Sternkunde ange-

nommen, und nennt Höhe eines Sterns seine scheinbare Entfernung über dem Horizont. Die gerade Linie aus unserm Auge nach einem Sterne gezogen, bestimmt seinen scheinbaren Ort (§. 5.), und die Höhe dieser Gesichtslinie ist ihre kürzeste oder senkrechte Entfernung vom Horizonte. Läst man also von irgend einem Punkte der Gesichtslinie eine Vertikal-Linie bis an den Horizont fallen, so ist der Winkel, unter dem diese dem Auge erscheint, die Höhe des Sterns: und dieser Winkel ist einerley mit dem Kreisbogen, den man von dem scheinbaren Orte des Sterns an der Sphäre, auf den Horizont senkrecht, also in einer vertikalen Ebene zieht (§. 19.).

Es sey (13. Fig.) $z\,s\,h$ der vierte Theil eines Kreises um den Mittelpunkt C, so daß dessen beyde Halbmesser, C z, C h, einen rechten Winkel machen: der Bogen $h\,s\,z$ sey von h bis z in seine 90 Grade getheilt; und um den Mittelpunkt C lasse sich ein Fernrohr C s längs dem Bogen $h\,s\,z$ drehen, so daß ein daran befestigter Index den Grad s anzeigt, auf den das Fernrohr gerichtet ist, oder den Winkel h C s den es mit dem Halbmesser C h macht. Ein solches Werkzeug heist ein Qvadrant: der Bogen $h\,s\,z$ wird um C gedreht, bis ein am 90sten Grade in z herab hängendes Loth genau auf C fällt, also C z die vertikale, C h die horizontale Lage hat (§. 19.). In dieser vertikalen Lage wird der ganze Qvadrant um C gedreht, bis der Stern S, dessen Höhe man beobachten will, in der Ebene des Qvadranten liegt, und dann das Fernrohr C s auf den Stern gerichtet. Nun geht der verlängerte Halbmesser C h auf einen Punkt H im Horizont der Sphäre; S H ist der vertikale Bogen vom scheinbaren Orte des Sterns bis zum Horizont; H C S, der mit dem Winkel h C s einerley ist, giebt die Höhe des Sterns, die durch den Bogen $h\,s$ in Graden angezeigt wird, so wie S Z oder $s\,z$ die Entfernung des Sterns vom Punkt Z angiebt, welcher senkrecht oder um 90° über dem Horizont steht, also

13. Figur.

Qvadrant.

der höchste Punkt der Sphäre ist. Die Linie C Z nach diesem Punkt ist vertikal, sie geht durch unsern Scheitel: daher der Punkt Z an der Sphäre der Scheitel oder das Zenit des Orts C auf der Erde heist. Jeder Kreis Z S H durch das Zenit und einen Stern S ist also auf dem Horizont senkrecht, und heist der Vertikal-Kreis dieses Sterns: er bezeichnet den Punkt H des Horizonts, über dem der Stern senkrecht steht. Auf diese leichte Art kann man, vermittelst des Qvadranten, zu jeder Zeit die Höhe eines Sterns, oder seine Entfernung vom Horizont und Zenit finden. Beyde zusammen, H C S + S C Z machen einen Winkel H C Z von 90°, daher man eine aus der andern findet.

Durch die Höhe H S ist die Lage des Sterns noch nicht bestimmt: denn wenn man sich durch S einen Kreis S T um die ganze Sphäre mit dem Horizont parallel vorstellt *, so hat jeder Punkt in diesem Parallelkreise dieselbe Höhe, und der Stern S könnte in jedem Punkte desselben liegen: es muß also noch der Punkt dieses Kreises bestimmt werden, in dem sich der Stern wirklich befindet, oder der Punkt H des Horizonts, über dem er senkrecht steht. Wenn A ein andrer Punkt des Horizonts ist, in dessen Vertikal-Kreise A Z ein andrer Stern T sich befindet, und man den Bogen A H des Horizonts, der zwischen beyden Sternen, T, S, eingeschlossen ist, zugleich gemessen hat, so ist die relative Lage des Sterns S gegen T völlig bestimmt, und der Bogen A H, oder der Winkel A Z H, heist das Azimut des Sterns S. Da sich aber der Punkt A des Horizonts, über dem der Stern T senkrecht steht, durch die tägliche Umwälzung der Sphäre, in jedem Augenblick ändert, so ist es besser, statt dessen einen unveränderlichen und ausgezeichneten Punkt A des Horizonts anzunehmen. Wir werden sogleich sehen, daß sich kein Punkt

* Solche Kreise wurden von den Arabern Almikantarat genannt.

hiezu besser schickt, als der Süd-Punkt (§. 24.) des Horizonts: da dann das östliche] oder westliche Azimut eines Sterns der Bogen A H des Horizonts ist, der zwischen dem Süd-Punkt und dem Vertikal-Kreise des Sterns nach Osten oder Westen enthalten ist. Das Azimut H wird demnach durch den Vertikal-Kreis Z S H bestimmt, in dem sich der Stern befindet, und seine Höhe durch den Bogen H S dieses Kreises, der sich vom Sterne bis zum Horizont erstreckt. Wie das Azimut beobachtet werden könne, begreift man leicht, wenn man sich einen horizontalen Kreis um den Mittelpunkt C vorstellt, der in seine Grade abgetheilt ist, und über dem sich der Quadrant in jeden Vertikal-Kreis Z A oder Z H drehen läst. Indem nun der Quadrant sich durch den Bogen A H dreht, beschreibt ein am Halbmesser C *h* befestigter Zeiger auf dem Horizontalkreise einen Bogen, der dem Azimut A H gleich ist. Dieses zusammen gesetzte Werkzeug heist ein Azimutal-Quadrant. Man sieht leicht, daß beyde beobachtete Größen, Höhe und Azimut, wegen der Umwälzung der Sphäre, nur für den Augenblick der Beobachtung gelten. Azimutal-Quadrant.

§. 21. Es wird schwerlich unter den Lesern dieses Werks einen geben, dem es nicht wenigstens historisch bekannt wäre, daß die Erde, nach den genauesten darüber angestellten Untersuchungen, bis auf geringe Abweichungen die man hier ganz aus der Acht lassen kann, eine vollkommene Kugel ist. Die Beweise davon werden unten vorkommen: bis dahin werden die oben (§. 18.) angeführten Gründe uns berechtigen, den Erdkörper als eine Kugel; anzusehen, deren Größe gegen die Himmels-Sphäre für nichts zu achten ist. Es stelle demnach (14. Fig.) *z v n w* die Erdkugel, und Z V N W die Himmels-Sphäre vor, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt C zugleich jeden Ort *z* oder *v* der Erdfläche bedeuten kann: *z* sey der Ort, in dem sich ein Beobachter befindet, *h z r* die Meeresfläche, oder die Ebene welche die Erdfläche in *z* Scheinbarer] und wahrer Horizont. Nadir. 14. Figur.

berührt, also der Horizont von z, auf dem z Z senkrecht ist, und H C R eine damit parallele Ebene durch C. Die Vertikal-Linie Z z geht durch den Mittelpunkt C der Erde, und Z ist der Scheitel oder das Zenit des Orts z. Man nennt *h r* den scheinbaren, H R den wahren Horizont des Orts z: letztrer theilt die Sphäre in zwey gleiche Hälften, die sichtbare H Z R und die unsichtbare H N R; erstrer aber in zwey ungleiche, wovon die sichtbare *h* Z *r* kleiner als die unsichtbare *h* N *r* ist: denn man sieht leicht, daß jede gerade Linie z *k*, die nach einem Punkt unterhalb *h r* gezogen wird, die undurchsichtige Erdfläche bey z schneiden müsse, daß folglich jeder Stern *k* unsichtbar wird, so bald er unter *h r*, wenn gleich noch über H R ist. Allein dieser Unterschied fällt bey der Sphäre ganz weg: die Fixsterne sind so entfernt von uns, daß z mit C, also auch *h r* mit H R zusammen fällt (§. 18.). Man darf also nur bey denjenigen Weltkörpern hierauf Rücksicht nehmen, die uns so nahe sind, daß die Größe der Erdkugel ein beträchtliches Verhältniß gegen ihre Entfernung hat: bey einem solchen Weltkörper S sind S z *h* und S C H seine Entfernung über dem scheinbaren und über dem wahren Horizont, d. i. seine scheinbare und wahre Höhe (§. 20.). Bey den Fixsternen aber ist die beobachtete Höhe S z *h* mit S C H einerley, und der Horizont jedes Orts z ist die Ebene H R durch den Mittelpunkt der Erde oder der Sphäre, die auf dem Halbmesser C z oder der Vertikal-Linie z Z senkrecht ist. Eines andern Ortes *v* Horizont ist demnach die Ebene F G, die mit *f g* parallel und auf C *v* V senkrecht ist; und die Hälfte der Sphäre F V G liegt ebenfalls über, die andre F W G unter diesem Horizont. Jeder Ort der Erde hat also seinen eigenen Horizont, und der Unterschied zweyer Horizonte, *h r*, *f g*, hängt nicht von der Entfernung beyder Oerter z *v*, sondern von der Krümmung dieses Bogens ab: denn wenn die Erdfläche gar nicht gekrümmt, sondern längs der Ebene z *r* ausgestreckt wäre, so würde jeder

Ort *u*, in noch ſo großer Entfernung von *z*, doch denſelben Horizont *h z r* haben. Wenn die Vertikal-Linien V *v* oder Z *z* nach der andern Seite verlängert werden, ſo treffen ſie die Sphäre in den Punkten, W, N, die von V, Z, um einen Halbkreis entfernt ſind, und das Nadir der Oerter *v*, *z*, heißen. Der Punkt der Erdfläche *n* heiſt ebenfalls das Nadir des Orts *z*, deſſen Antipoden ihn bewohnen. Da N *n* oder Z *z n* N auf dem Horizont *o n i* dieſes Orts ſenkrecht ſteht, ſo iſt auch *o i* mit *h r* parallel, und beyde Oerter, *z*, *n*, haben denſelben wahren Horizont H R; allein ſie ſtehn auf demſelben nach entgegen geſetzten Richtungen *z* Z, und *n* N, oder mit den Füßen gegen einander. Das Zenit N des Punkts *n* iſt das Nadir des Orts *z*, die in *z* ſichtbare Halb-Sphäre H Z R iſt in *n* unſichtbar, und umgekehrt. Die Vertikal-Linie Z N iſt die Axe des Horizonts, und Z, N, ſeine Pole (§. 15. n. 13.).

§. 22. Es ſey nun wie vorhin, (15. Fig.) *z p q* die Erdkugel, Z P Q die Himmelskugel, H O R W der Horizont, Z das Zenit, N das Nadir des Orts *z*, H Z P R die in *z* ſichtbare, H N R die unſichtbare Hälfte der Sphäre, und P der Punkt am Himmel, den wir Pol genannt haben (§. 16.), der allein bey der täglichen Bewegung ruht, und um den ſich die ganze Sphäre dreht. P *z* oder P C iſt alſo die Axe, um welche alle Sterne täglich einen Umlauf machen; und dieſe Axe muß verlängert, die Sphäre noch in einem andern Punkt Q treffen, der gleichfalls unbeweglich iſt; die Erdfläche aber in zwey entgegen geſetzten Punkten, *p*, *q*, welche die Erd-Pole heißen, ſo wie P, Q, die Welt-Pole: P Q heiſt die Welt-Axe, und der Theil von ihr *p q*, der innerhalb der Erde fällt, die Erd-Axe. Jeder Stern beſchreibt täglich einen Kreis B D B oder L R (wovon hier nur die eine Hälfte vorgeſtellt iſt), deren Mittelpunkt in der Axe P Q liegt, und die, weil ſie alle einander parallel ſind, ſchlechthin Parallel-Kreiſe genannt werden. Dieſe Kreiſe werden deſto kleiner, wie

Pole, Axe, Parallele, Aequator. 15. Figur.

B D B oder X Y X, je näher sie einem von beyden Polen liegen, und desto größer, wie L R, H M, je weiter sie sich von den Polen entfernen, und je mehr sich ihre Mittelpunkte dem Mittelpunkt C der Sphäre nähern. Unter ihnen muß es also einen grösten Kreis A O E W geben, dessen Mittelpunkt mit C zusammen fällt, und der von beyden Polen gleich weit, nämlich um P A = P E = Q A = Q E = 90° entfernt ist (§. 15. n. 13.): dieser gröste Kreis, der auf der Welt-Axe senkrecht steht, und mit dem alle tägliche Bahnen der Sterne parallel sind, heist der Aequator; sein Durchschnitt mit der Erdfläche *a o e w* ist der Erd-Aequator, von den Seefahrern die Linie genannt. Dieser Kreis theilt die Sphäre und die Erdkugel in zwey gleiche Halb-Kugeln oder Hemisphären: diejenige Hälfte *a z p e* der Erde, in welcher Europa liegt, und die ihr entsprechende Hälfte der Sphäre A Z P E, heist die nordliche Hemisphäre; die entgegen gesetzte, *a q n e*, A Q N E, die südliche. An jedem Orte z der nordlichen Halbkugel kann nur der Nord-Pol P sichtbar seyn, oder über dem Horizont liegen; in der andern Hälfte nur der Süd-Pol Q: erstrer liegt nahe beym äußersten Stern im Schwanze des kleinen Bären (ἄρκτος), und heist daher auch der arktische Pol; der südliche wird aus eben der Ursache der antarktische genannt (ἀντὶ, entgegen gesetzt).

Abweichung und Rektascension.

§. 23. Durch die tägliche Bewegung wird jeder Stern B in seinem Parallel B D B um den Pol herum geführt, und erhält in dieser Zeit sehr verschiedene Lagen gegen den Horizont oder das Zenit, Z B, Z D, ꝛc. Durch Höhe und Azimut (§. 20.) kann daher seine Lage nur für den Augenblick der Beobachtung bestimmt werden. Um also den Ort der Sterne auf eine bestimmtere Art anzugeben, muß man sie mit einem Kreise an der Sphäre vergleichen, gegen den sie ihre Lage nicht ändern, z. B. den Aequator. Die Lage eines Sterns B gegen diesen Kreis wird, wie beym Horizont (§. 20.),

durch die Entfernung vom Aeqvator A B, und durch den Punkt des Aeqvators A bestimmt, über dem der Stern senkrecht steht. Unter Entfernung versteht man immer die kürzeste, also die senkrechte; alle Bogen aber, die senkrecht auf dem Horizonte stehn, gehn durch die Welt-Pole, P, Q, (§. 15. n. 13.): folglich wird die Lage eines Sterns B gegen den Aeqvator durch den Kreis P B A Q bestimmt, der durch die Pole und den Stern gelegt wird. Der Bogen B A ist nämlich des Sterns Entfernung vom Aeqvator, die man seine Abweichung (*declinatio*) nennt, und die nordlich oder südlich ist, nachdem der Stern in der nordlichen oder südlichen Hemisphäre liegt: sie macht mit seiner Entfernung B P vom nächsten Pol zusammen 90°; und alle Kreise, die durch beyde Pole oder auf den Aeqvator senkrecht gelegt werden, wie P A Q, P E Q, heißen Abweichungs-Kreise. Eben der Bogen B A bestimmt zugleich den Punkt A des Aeqvators, über dem der Stern senkrecht steht. Um ihn aber zu unterscheiden, muß man ein für allemal irgend einen ausgezeichneten Punkt V des Aeqvators für den ersten annehmen, von dem man die Grade des Aeqvators zählt. Wir werden in der Folge sehen, daß dieser erste Punkt V derjenige ist, in dem die Sonne auf ihrer jährlichen Bahn den Aeqvator im Frühlinge schneidet, und daß von diesem Frühlings-Punkt die Grade des Aeqvators nach einer Richtung gezählt werden, die der täglichen Bewegung entgegengesetzt ist, also von der rechten zur linken Seite (§. 16.), oder wie man es gewöhnlich ausdrückt, von Westen nach Osten. Der Bogen des Aeqvators V A, oder die Entfernung des Punkts A im Aeqvator, über dem der Stern B senkrecht steht, vom Frühlings-Punkt V, heist des Sterns gerade Aufsteigung (*ascensio recta*). Durch diese beyden Bogen, V A und A B, wird die Lage eines Sterns von der aller andern Sterne auf eine Art unterschieden, die durch die tägliche Bewegung keine Aendrung leidet: denn man sieht leicht, daß bey der Umwäl-

zung der ganzen Sphäre, der Stern B, da er in gleicher Zeit mit jedem andern Punkt A einen Kreis um den Pol beschreibt, immer die nämliche Entfernung vom Pol B P oder Abweichung B A behält, und in demselben Abweichungs-Kreise P B A bleibt, also auch seine Rektaszension nicht ändert.

Meridian. Norden, Süden, Osten, Westen.

§. 24. Der Aeqvator ist ein Kreis, der sich nicht gleich dem Horizonte sinnlich darstellt: er ist eine bloße Frucht unsers Nachdenkens, und nur die Einbildungskraft sieht ihn am Himmel. Die Lage der Sterne gegen den Aeqvator kann daher nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst ihrer Lage gegen den Horizont beobachtet werden. Da sich aber diese in jedem Augenblick ändert, so begreift man leicht, daß auch die Zeit der Beobachtung genau bekannt seyn, folglich mit dem Qvadranten eine Uhr verbunden werden müsse. Dies führt uns auf eine nähere Untersuchung der Verbindung, die zwischen dem Aeqvator und Horizont statt findet.

Ein Abweichungs-Kreis P A Q, der durch den Scheitel Z eines Orts z geht, heist der Meridian dieses Orts: und eben so wird auch sein Durchschnitt mit der Erdfläche *p z a q* genannt, der durch die Erd-Pole und den Ort z geht. Der Meridian eines Orts steht also auf dem Aeqvator, und zugleich auf dem Horizont dieses Orts senkrecht (§. 20. 23.), und alle Meridiane begegnen sich in den Polen, so daß ihre gemeinschaftliche Durchschnittslinie die Axe P Q oder *p q* ist. Indem sich die Sphäre um die Axe wälzt, würde der Punkt Z, wenn er an der Sphäre selbst angenommen würde, wenn z. B. in Z ein Stern wäre, den Parallel Z F G durchlaufen, und der Ort z würde in jedem Augenblick einen andern Meridian haben: sein Meridian würde jetzt durch den Stern Z gehn, einige Stunden nachher durch den Stern F, ꝛc. Allein der astronomische Sprachgebrauch ist verschieden: man sagt nicht, der Meridian des Orts z geht jezt durch den Stern Z, sondern der Stern Z geht eben durch den Meridian. Dies setzt voraus, daß der Meridian sich nicht mit der Sphäre

drehe, fordern eine feste Lage habe, so daß die Sphäre mit den Sternen sich unter ihm fortschiebt. Der Meridian PZQ ist demnach der beständige Durchschnitt des Erd-Meridians *pzq* mit der Sphäre, den man sich aber wie einen festen Kreis vorstellen muß, der die Sphäre umgiebt, so wie der gewöhnlich aus Messing verfertigte feste Ring, der die künstlichen Erd- und Himmels-Kugeln umgiebt; dergestalt daß der Stern Z mit dem Punkt Z des Meridians nicht einerley ist, sondern sich, gleich allen andern Sternen, mit der Sphäre selbst unter dem Meridian durchschiebt. Jeder Stern wird nun durch die tägliche Bewegung in seinem Parallel EOAWE herum geführt: in der östlichen Gegend O, die wir an unsrer linken Seite haben, wenn wir das Gesicht nach Süden A wenden, erhebt sich der Stern über den Horizont, erreicht in Süden seine gröste Höhe, und senkt sich an der westlichen oder rechten Seite W wider unter den Horizont, unter dem er durch den ganzen nordlichen Theil seiner Bahn WEO unsichtbar bleibt (§. 13.). Der Meridian PZQ schneidet den Horizont in zwey Punkten, die um 180° von einander entfernt sind, und wovon derjenige R, der dem sichtbaren Pol P am nächsten liegt, der Nord-Punkt oder Mitternacht, der entgegengesetzte H der Süd-Punkt oder Mittag heist. Die Hälfte HOR des Horizonts, in der die Sterne aufgehen, heist der östliche, die Hälfte HWR, in der sie untergehen, der westliche Horizont. Die Punkte in der Mitte dieser Halbkreise, die also von H und R um 90° entfernt sind, nämlich O und W, heißen der Ost-Punkt oder Morgen, und der West-Punkt oder Abend. Diese vier Haupt-Punkte des Horizonts, O, H, W, R, Osten, Süden, Westen und Norden, theilen also den Horizont in vier gleiche Theile oder Quadranten; und man sieht leicht, daß ihre andern Benennungen sich auf die tägliche Bewegung der Sonne beziehen, weil wir die Tageszeiten Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht nennen, da die Sonne in O aufgeht, in A ihre

gröste Höhe erreicht, in W untergeht, und in E am tiefsten unter dem Horizont ist. Man pflegt auch die ganzen Theile der Sphäre H Z P R O und H Z P R W den östlichen und westlichen Himmel zu nennen.

Polhöhe, Aequator-Höhe.

§. 25. Eines der ersten Elemente, die ein Beobachter an seinem Orte bestimmen muß, ist die Höhe des Pols über dem Horizont, weil davon, wie man leicht sieht, die ganze Lage der Sphäre an diesem Orte abhängt, und weil sich diese Höhe nie ändert, da die Pole keine Bewegung haben. Sie wird gleich allen andern Höhen (§. 20.), durch den Vertikal-Kreis, der durch den Scheitel Z und den Pol P geht, der also hier mit dem Meridian einerley ist, gemessen; und man nennt den Bogen des Meridians, der zwischen dem Pol und dem Horizont liegt, die Polhöhe des Orts z. Wenn z. B.

14. Figur.

(14. Fig.) F der Welt-Pol ist, so ist P R die Polhöhe des Orts z, dessen Horizont in H R fällt, P G aber ist die Polhöhe des Orts v, dessen Horizont F G ist. Die Polhöhe P R macht mit der Entfernung P Z des Pols vom Zenit zusammen 90°, weil das Zenit 90° vom Horizont entfernt ist

15. Figur.

(§. 20.). Wenn nun (15. Fig.) A E der Aequator, also P A, P E, Bogen von 90° sind (§. 22.), so macht auch Z A mit P Z zusammen 90°: folglich ist die Polhöhe P R der senkrechten Entfernung Z A des Zenits vom Aequator gleich, und A H ist P Z gleich, oder macht mit P R zusammen 90°, weil Z H und Z R Quadranten sind. Der Bogen A H ist das Maaß des Winkels A C H oder A O H (§. 15. n. 5.), unter dem sich der Aequator über den Horizont erhebt: man nennt ihn daher die Aequator-Höhe. Die Neigung des Aequators gegen den Horizont, oder die Aequator-Höhe, macht demnach mit der Polhöhe zusammen 90°. Man sieht leicht, daß die Polhöhe P R der Tiefe H Q des unsichtbaren Pols unter dem Horizont, so wie die Aequator-Höhe A H der Aequator-Tiefe R E gleich ist, weil auch R E mit P R 90° ausmacht.

§. 26. Die Art, wie die Punkte am Himmel durch ihre Lage gegen einen Kreis, den Horizont oder den Aeqvator, bestimmt werden, hat man auch auf der Erde angewandt, und jeden Ort des Erdbodens durch seine Lage gegen den Aeqvator oder die Linie von allen andern unterschieden. Diese Lage wird, nach der schon einigemal gegebenen Erklärung, durch zwey Dinge bestimmt, durch die senkrechte Entfernung eines Orts vom Aeqvator, und durch den Punkt des Aeqvators, über oder unter welchem dieser Ort senkrecht liegt: und um denselben zu bestimmen, muß man ebenfalls irgend einen Punkt des Aeqvators für den ersten annehmen, von dem die Grade desselben nach einer oder der andern Richtung gezählt werden. Ist z. B. *b* dieser Punkt, und *z* der Ort dessen Lage gesucht wird, so ist desselben senkrechte Entfernung vom Aeqvator nichts anders als der Bogen *z a* seines Meridians *p z a q*, der zwischen diesem Orte *z* und dem Aeqvator *a* fällt (§. 23.): seine Lage ist also völlig bestimmt, durch den Bogen des Meridians *a z* und den Bogen des Aeqvators *b a*. Der erstre, oder die senkrechte Entfernung eines Orts vom Aeqvator, heist seine geographische Breite; der letztere, oder seine auf dem Aeqvator gezählte Entfernung vom ersten Punkt der Linie, heist seine geographische Länge. Dieser Punkt *b* kann sich nicht auf den Himmel beziehen, weil alsdenn der Ort *z*, wegen der Umwälzung der Sphäre, in jedem Augenblick eine andre Länge haben würde; es muß vielmehr ein Punkt auf der Erde seyn, der aber nicht gerade im Aeqvator selbst, sondern nur über *b* senkrecht, also im Meridian *p b* liegen muß. Dieser Meridian wird der erste genannt: man zählt von ihm die Längen bald nach Osten, oder aus der Mitte der Erde betrachtet, von der rechten nach der linken Seite, bald nach Westen; es muß daher angegeben werden, ob die Länge östlich oder westlich sey, so wie bey der Breite bemerkt werden muß, ob der Ort in der nordlichen oder südlichen Hemisphäre liege (§. 22.), d. h. ob die Breite nordlich oder südlich sey. Der Bogen *b a* ist das

Geographische Breite und Länge.

Maaß des Winkels *b p a* (§. 15. n. 14.): die Länge eines Orts ist demnach der Winkel, den sein Meridian mit dem ersten Meridian macht, oder der zwischen beyden Meridianen eingeschlossene Bogen des Aequators. Gewöhnlich nimt man für den ersten Meridian denjenigen an, der genau um 20° westlicher liegt, als die Pariser Sternwarte, mithin ungefähr durch Ferro, die westlichste der Kanarischen Inseln geht. Man sieht aber leicht, daß es gleichgültig ist, welchen Meridian man für den ersten annimt. Wenn z. B. ein andrer Astronom die Längen vom Meridian seiner Sternwarte zählt, der durch den Punkt *o* des Aequators geht, so muß auch dessen Entfernung *o b* bekannt seyn, und aus *o a* und *o b* findet man *b a*.

Die geographische Lage der Oerter kann nur durch astronomische Beobachtungen bestimmt werden. Die Breite *a z* ist mit dem Bogen am Himmel A Z in Graden einerley, der der Polhöhe P R gleich ist (§. 25.): Polhöhe und Breite sind daher gleich große Bogen, der eine am Himmel, der andre auf der Erde. Die Breite ist für einen Ort auf der Erde, was für einen Stern die Abweichung ist (§. 23.): beyde können nordlich oder südlich seyn, aber nie größer als 90°. Die Abweichung der Welt-Pole, oder die Breite der Erd-Pole, ist 90°, und ein Punkt im Aequator hat gar keine Abweichung und Breite.

Tag- und Nacht-Bogen. 16. Figur.

§. 27. Der Meridian P Z H Q (16. Fig.) theilt jeden Parallel der täglichen Bewegung I L M K in M und I, in Süden und Norden, in zwey gleiche Hälften, weil er durch dessen Mittelpunkt D geht, der in der Axe liegt (§. 22); der Horizont H L R K aber schneidet die Parallc in zwey ungleiche Theile, wovon derjenige L M K, der über dem Horizonte liegt, der Tagebogen, und der andre K I L unter dem Horizonte der Nachtbogen heist, weil es Tag oder Nacht ist, so lange die Sonne ihren Tagebogen oder ihren Nachtbogen durchläuft. Jeder dieser zwey Bogen wird gleichfalls vom Meridian in

zwey gleiche Theile L M und M K, K I und I L getheilt. Vergleicht man nämlich die sphärischen Dreyecke P L Z und P K Z, in denen die Bogen P L und P K, als die Entfernung des Parallels vom Pol, und Z L, Z K, als Quadranten, gleich groß sind (§. 20. 22.), der dritte Bogen P Z aber beyden Dreyecken gemein ist: so folgt, daß in diesen Dreyecken auch die Winkel Z P L oder M P L und M P K, also auch ihr Maaß, die Bogen L M, M K (§. 15. n. 14.), gleich sind (§. 15. n. 17.). Nun hat man in den Dreyecken P H L und P H K, die Winkel H P L = H P K, und die Bogen P L = P K, P H = P H: also auch L H = H K: d. h. die Punkte des Auf- und Untergangs jedes Sterns, L, K, liegen vom Südpunkt H in gleicher Entfernung, oder haben gleiches Azimut. Wenn der Parallel der Aequator selbst A O E W ist, so wird er vom Horizont, so wie dieser von ihm, in zwey gleiche Halbkreise, O A W und W E O, O H W und W R O getheilt (§. 15. n. 11.). Bey jedem Weltkörper, der sich im Aequator befindet, ist also der Tagebogen dem Nachtbogen gleich, und er bringt so lange Zeit über als unter dem Horizonte zu: dieser Umstand hat dem Aequator seinen Namen gegeben *. Da nun auch der Aequator sowol als der Horizont von dem auf beyden senkrecht stehenden Meridian in gleiche Hälften getheilt wird, so sind auch E O A und A W E, R O H und H W R, Halbkreise: folglich sind O A, A W, W E, E O, und O H, H W, W R, R O, Quadranten von 90°: die Ost- und West-Punkte, O, W, sind also mit den Durchschnittspunkten des Aequators und Horizonts einerley (§. 24.); jeder Stern im Aequator geht im wahren Osten auf und im wahren Westen unter, wo sein Azimut 90° ist.

§. 28. Wenn man durch einen Punkt B des Parallels und das Zenit den Vertikalkreis Z B F zieht, so ist B Z die Kulmination und Mittagshöhe.

* *aequare*, gleich machen.

Korrespondirende Höhen. Stunden-Winkel.

Entfernung des Sterns vom Zenit in dem Augenblick, da ihn die tägliche Bewegung bis B gebracht hat: sie macht mit seiner Höhe B F zusammen 90°. Wenn er in M durch den Meridian geht, so ist M H seine Höhe, und M Z + M H = 90°. Zieht man nun durch B den Abweichungs-Kreis P B, so entsteht ein sphärisches Dreyeck P Z B, in dem die Summe der zwey Seiten P Z + Z B größer als P B ist (§. 15. n. 16.): da nun P B = P M, weil jeder Parallel durchgängig gleiche Entfernung von seinem Pole hat, so ist auch P Z + Z B größer als P M oder als P Z + Z M, folglich Z B > Z M, und B F < M H: mit andern Worten, im Meridian haben die Sterne eine größere Höhe, als in jedem andern Punkt ihres Parallels, oder die Mittags-Höhe eines Sterns ist die größte, die er in seiner täglichen Bahn erreichen kann. Man sagt daher von einem Weltkörper, daß er kulminire *, wenn er durch die mittägige Hälfte P Z H des Meridians geht: und man sieht leicht, daß er im entgegengesetzten Punkt des Meridians I die größte Tiefe unter dem Horizont, oder wenn er in seinem Parallel G T N (17. Fig.) gar nicht untergeht, in N seine kleinste Höhe hat. Es ist nämlich Z P + P T > Z T, P T = P N, also Z N > Z T, und N R < T V. Die Sterne erheben sich also von ihrem Aufgange L (16. Fig.), oder von ihrem Durchgange durch den mitternächtigen Meridian N (17. Fig.), über den Horizont, bis sie im Meridian M oder G ihre größte Höhe erreichen, und dann wider bis zu ihrem Untergange in K oder bis N zum Horizonte herab sinken: welches alles mit den ersten Erfahrungen übereinstimmt (§. 13.). Jeder Stern muß demnach in der zweyten Hälfte seines Tagebogens M K nach und nach dieselben Grade der Höhe erreichen, wie in der ersten Hälfte L M, nur in umgekehrter Ordnung: und wenn er vor und nach der Kulmination gleiche Höhe oder gleiche Entfernung vom Zenit

* *culmen*, der Gipfel.

Z B gehabt hat, so müssen in diesen beyden Zeitpunkten, die Winkel am Pol Z P B, so wie die Winkel M Z B oder die Azimute H F, gleich groß gewesen seyn; d. h. in gleichen Entfernungen vom Meridian hat der Stern, vor und nach der Kulmination, gleiche Höhe, und umgekehrt. Die Dreyecke P Z B haben nämlich an beyden Seiten des Meridians drey gleiche Seiten, P Z welche beyden gemein ist, P B die Entfernung des Parallels vom Pol, und Z B wegen der gleichen Höhe: mithin ist auch der Winkel am Pol Z P B, so wie der Winkel P Z B oder sein Neben-Winkel M Z B, in beyden Dreyecken gleich. Die Beobachtung zwey solcher gleichen Höhen vor und nach der Kulmination, die man korrespondirende Höhen nennt, ist in der Sternkunde vom ausgebreitetsten Nutzen, weil der Meridian und die Zeit des Durchgangs durch denselben genau in die Mitte zwischen beyden Höhen fällt. Man nennt den Winkel Z P B, der von dem Meridian und dem Abweichungskreise eines Sterns eingeschlossen wird, den Stunden-Winkel dieses Sterns, und zwar den östlichen oder westlichen, nachdem die Beobachtung vor oder nach der Kulmination, im östlichen oder westlichen Himmel gemacht ist. Diese Winkel ändern sich in jedem Augenblick, und der eben bewiesene Satz läst sich so ausdrücken: zu gleichen Höhen eines Sterns gehören auch gleiche Stunden- und Azimutal-Winkel.

Sterne die nicht auf- und untergehen.

§. 29. Die verschiedenen Erscheinungen, die die tägliche Bewegung der Sphäre darbietet (§. 11.), geben Anlaß, die Sterne für jeden Horizont in drey Klassen einzutheilen, nämlich in solche die nicht untergehen, solche die nie aufgehen, und solche die täglich auf- und untergehen, wenn gleich ihr Auf- und Untergang wegen der Sonnenstrahlen nicht immer sichtbar ist. Um die Gränzen dieser Klassen zu bestimmen, führe man durch den Nord- und Süd-Punkt des Horizonts R und H (15. Fig.) zwey Parallele R L und H M, deren nordliche und südliche Abweichung der Aequator-Höhe des Orts A H oder R E gleich ist, welche immer 90° weniger der Polhöhe oder

15. Figur.

der Breite des Orts ist (§. 25. 26.). Beyde berühren den Horizont, ohne ihn zu schneiden; der eine L R liegt ganz über, der andre H M ganz unter dem Horizont. Alle Parallele, die zwischen diesen beyden liegen, wie A E, schneiden den Horizont, gehen also täglich auf und unter; alle Parallele zwischen L R und dem Nord-Pol P, wie I K, B D B, liegen ganz über dem Horizont, und gehen nie unter; alle Parallele endlich zwischen H M und dem Süd-Pol Q, wie X Y X, liegen ganz unter dem Horizont, und gehen nie auf. Hieraus fließen folgende Regeln.

Alle Sterne, deren nordliche oder südliche Abweichung kleiner als die Aequator-Höhe ist, gehen täglich auf und unter, und sind in der Kugel-Zone L H M R eingeschlossen: alle Sterne, deren südliche Abweichung größer als die Aequator-Höhe ist, gehen nie auf, sondern bleiben an diesem Orte stets unsichtbar; sie liegen im Kugel-Segment H Q M: alle Sterne endlich, deren nordliche Abweichung größer als die Aequator-Höhe ist, bleiben beständig über dem Horizont, und gehen nie unter; sie liegen im Kugel-Segment L P R. Die letztern könnte man wider in solche eintheilen, die zwischen dem Pol und dem Zenit kulminiren, wie B D B, andre die im Zenit selbst kulminiren, wie Z F G, und noch andre die zwischen dem Zenit und dem Aequator kulminiren, wie I K. Die nahe um den Pol liegenden Sterne B sind, so wie die welche dem Zenit sehr nahe kommen, für die Sternkunde besonders merkwürdig. Uebrigens bedarf es kaum einer Erinnerung, daß für einen südlichen Ort der Erde, in obigen Regeln nordlich und südlich verwechselt werden müsse, weil nun der sichtbare Pol P der Süd-Pol ist. Man sieht zugleich, daß an jedem Orte mehr Sterne sichtbar als unsichtbar sind, und daß die Zahl der erstern desto größer wird, je schiefer die Sphäre gegen den Horizont liegt; je größer also die Aequator-Höhe H A, oder je kleiner die Polhöhe ist: denn die unsichtbaren Sterne sind in dem Segment H Q M, die sichtbaren aber in dem größern Segment H P M enthalten.

Drittes Kapitel.

Bestimmung der Mittagslinie und Polhöhe.

§. 30. Die Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung, die schon (§. 17.) erklärt und bewiesen ist, ist für alle Geschäfte des gemeinen Lebens und für die ganze Sternkunde von der äußersten Wichtigkeit, weil auf ihr die Einrichtung und Berichtigung unsrer Uhren, die wichtigsten astronomischen Beobachtungen, und besonders die Methoden beruhen, durch welche die vornehmsten Elemente der Sternkunde gefunden werden: es wird daher nicht überflüssig seyn, diese wichtige Wahrheit durch neue Beweise zu bestätigen; und hiezu dienen besonders die Beobachtungen der korrespondirenden Höhen. Um dies durch eine Zeichnung deutlich vorzustellen, muß man die Sphäre aus einem Punkt außerhalb derselben betrachten, der dem Süd-Punkt H gerade gegenüber, oder im verlängerten Halbmesser C H liegt, und nun die Sphäre so lange nach P Z drehen, bis der Nord-Pol der höchste Punkt der Sphäre wird. Alsdenn erscheint (18. Fig.) der Meridian als eine gerade Linie P Z H, der Horizont wie der Kreis O H W, und ein nordlicher Parallel wie der Kreis A M B. Sind nun D, G, und E, F, zwey Paare korrespondirender oder gleicher Höhen eines Sterns vor und nach der Kulmination in M, so sind auch die Entfernungen vom Zenit gleich, Z D = Z G, Z E = Z F, und hieraus folgt (§. 28.) die Gleichheit der Stunden-Winkel M P D = M P G, M P E = M P F, also auch ihrer Unterschiede D P E = F P G. Hat man nun auf einer richtigen Uhr die Zeiten der korrespondirenden Beobachtungen in D, E, F, G, bemerkt, so wird man finden, daß beständig die Zeiten zwischen den Beobachtungen in D und E, und zwischen F und G, gleich sind, wie weit auch D und E von einander entfernt seyn mögen: daß also gleiche Stunden-Winkel, D P E, F P G, in gleichen Zeiten beschrieben werden; oder mit andern Worten, daß die tägliche Bewegung um den Pol gleichförmig ist. Diese

Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung.

18. Figur.

korrespondirenden Beobachtungen haben den Vorzug, daß man sie täglich mit vielen Sternen anstellen kann, und daß die Fehler in der Abtheilung des Quadranten, womit man die Höhen nimt, keinen Einfluß darauf haben, weil es hier nicht darauf ankömmt, die Höhen selbst zu kennen, sondern bloß, daß der Quadrant beydemal in derselben Höhe stehe, wenn er sie gleich unrichtig anzeigt. Alle solche Beobachtungen geben das nämliche Resultat, daß die Bewegung um den Pol gleichförmig ist, daß also die Zeit einer ganzen Umwälzung (ein Tag von 24 Stunden) sich zur Zeit, worin sich die Sphäre oder irgend ein Stern durch einen gewissen Stunden-Winkel DPE schiebt, wie der ganze Kreis (oder 360°) zu diesem Winkel verhält. Die Winkel, welche zwey Abweichungskreise oder Stunden-Kreise am Pol einschließen, können daher zum Maaße der Zeit dienen, und heißen eben deswegen Stunden-Winkel (§. 28.).

Mittags-Linie.

§. 31. Die Eigenschaften des Meridians, daß die Weltkörper in ihm ihre gröste Höhe erreichen (§. 28.), daß er auf dem Aequator und Horizont senkrecht, also Stunden-Kreis und Vertikal-Kreis zugleich ist (§. 24.), daß er den Tag- und Nacht-Bogen aller Parallele halbirt (§. 28.), daß ein Bogen desselben die Polhöhe und Aequatorhöhe bestimmt (§. 25.), daß es Mittag ist, wenn die Sonne durch ihn geht, und daß überhaupt die Entfernungen der Sterne von ihm die wahre Zeit angeben (§. 30.): diese merkwürdigen Eigenschaften machen die genaue Bestimmung desselben für jeden Beobachtungs-Ort zu einem der wichtigsten Gegenstände. Die einfachste Art, seine Lage, wenn sie einmal bekannt ist, auf immer zu bestimmen, wäre die, einen Kreis in der Ebene des Meridians zu befestigen. Dieser Methode bedienten sich schon die Alten, und sie wird noch jetzt auf jeder gut eingerichteten Sternwarte gebraucht. Ein Quadrant wird in der Ebene des Meridians, die man Mittags-Fläche nennt, befestigt, und ein Fernrohr so damit verbunden, daß es parallel mit dem Quadranten auf jede Höhe gerichtet werden kann. Dieses Werkzeug, welches zur

Beobachtung der Kulmination der Sterne und besonders der Sonne, also zur Bestimmung der Zeit des wahren Mittags sowol als der Sonnenbahn dient, heist Mauer-Quadrant, wenn der Quadrant die Hauptsache dabey ist, es folglich zur Bestimmung der Mittags-Höhe gebraucht wird, Passage-Instrument aber (instrument des passages, lunette méridienne) wenn das Fernrohr und seine Lage im Meridian die Hauptsache ist, so daß es zur genauen Bestimmung der Zeit der Kulmination dient. Da der Meridian ein Vertikal-Kreis ist, dessen Lage durch zwey Vertikal-Linien in seiner Ebene, oder durch die Linie worin er den Horizont durchschneidet, bestimmt wird; so ergeben sich hieraus zwey neue Methoden, die Lage des Meridians zu bestimmen. Man darf nur in seiner Ebene zwey Gewichte an Fäden aufhängen, die zugleich auf der Horizontalfläche die Durchschnittslinie des Meridians mit dem Horizont angeben, welche man die Mittags-Linie dieses Orts nennt. Eine solche Linie kann durch vertikale Stäbe, die mit ihr in gerader Linie aufgerichtet werden, Meilen weit fortgeführt werden, und ist weniger Verruckungen unterworfen, als der im Meridian befestigte Kreis.

§. 32. Die verschiedenen Methoden, eine Mittagslinie zu ziehen, lassen sich in zwey Klassen theilen, nachdem man dabey entweder die Eigenschaft des Meridians, daß die Weltkörper in ihm die gröste Höhe erreichen, oder daß sie in gleichen Entfernungen von ihm dieselbe Höhe haben, zum Grunde legt. Nach der erstern Methode ist weiter nichts nöthig, als einen Stern in der Nähe des Meridians ununterbrochen mit dem Quadranten zu beobachten, bis man bemerkt, daß seine Höhe zu wachsen aufhört, und wider abzunehmen anfängt. In diesem Augenblick ist die Ebene des Quadranten im Meridian, und zwey vertikale Fäden oder Senkbleye, in seiner Ebene ausgespannt, zeigen auf einer Horizontal-Fläche die Mittagslinie an. Allein so einfach und richtig diese Methode scheint, so wenig Genauigkeit gewährt sie, weil die Sterne nahe bey

Erste Methode, die Mittagslinie zu finden, aus der grösten Höhe.

ihrer Kulmination ihre Höhe kaum merklich ändern, es also fast unmöglich ist, den Augenblick der grösten Höhe mit einiger Genauigkeit zu beobachten. Ein Blick auf die 18te Figur kann uns davon überzeugen. In der Nähe des Meridians M von E bis F, ist der Parallel A M B dem Horizont fast parallel, so daß die Höhe der Punkte, E, F, von der grösten Höhe M H unmerklich abweicht. Ueberhaupt ist es ein allgemeines Gesetz der Natur, daß jede veränderliche Größe, da wo sie ihren grösten oder kleinsten Werth erhält, sich nur unmerklich ändert. Die übrigen Methoden, die sich auf die Eigenschaft des Meridians gründen, daß die Sterne in gleichen Entfernungen von ihm dieselbe Höhe über dem Horizont haben, können daher allein zu einer genauen Bestimmung der Mittagslinie führen.

Zweyte Methode, aus der Zeit der korrespondirenden Höhen.

§. 33. Die erste dieser Methoden erfodert eine vollkommen genaue Uhr, oder deren Fehler man wenigstens kennt, so daß man sich auf ihren Gang verlassen kann: und der Vortheil dieser Art von Beobachtungen besteht eben darin, daß sie, wie sich unten zeigen wird, zugleich das beste Mittel an die Hand geben, den Gang der Uhr genau kennen zu lernen. Man richte den Quadranten auf eine gewisse Höhe h, befestige ihn darin, und bemerke die Zeit der Uhr A, da ein Stern S im Mittelpunkt des Fernrohrs am Quadranten erscheint, also die Höhe h hat. Bemerkt man nun auch nach der Kulmination die Zeit a, da dieser Stern wider zu derselben Höhe h herab gesunken oder im Mittelpunkt des Fernrohrs ist, so giebt die Mitte des Zeitraums zwischen A und a den Augenblick der Kulmination des Sterns S (§. 28.). Nennt man also die Hälfte dieser Zwischenzeit α, so daß $\alpha = \frac{1}{2}(a - A)$ ist, so darf man nur in der nächsten Nacht den Stern S vor seiner Kulmination mit dem unverrückten Quadranten aufsuchen, und die Zeit bemerken, da er im Mittelpunkt des Fernrohrs erscheint. Wartet man nun, bis die Zeit α nach dieser Beobachtung verflossen ist, und richtet den Quadranten in diesem

Augenblick auf den Stern S, so ist der Stern und der Quadrant im Meridian, und zwey in der Ebene des Quadranten ausgespannte vertikale Fäden geben die Mittagslinie. Eine einzige solche Beobachtung ist zwar nach der Theorie hinlänglich; allein wegen der unvermeidlichen Fehler der Beobachtung und der Uhr, verfährt man sicherer, wenn man die Beobachtungen vervielfältigt, sie mehrere Tage fortsetzt, und mehr korrespondirende Höhen des nämlichen Sterns oder verschiedener Sterne nimt. Jedes Paar korrespondirender Höhen giebt, auf die eben erklärte Art, eine Mittagslinie; und wenn alle diese Linien nicht genau zusammen treffen, so nimt man die Linie, die zwischen ihnen allen das Mittel hält, für die wahre Mittagslinie an.

Dritte Methode, aus den korrespondirenden Höhen selbst.

§. 34. Da die Sterne in gleichen Höhen auch gleiches Azimut oder gleiche horizontale Entfernung vom Meridian haben (§. 28.), so kann man die Uhr auch ganz entbehren. Wenn man in den beyden Lagen des Quadranten, da der im Fernrohre befindliche Stern vor und nach der Kulmination dieselbe Höhe hatte, zwey vertikale Fäden in seiner Ebene befestigt, welche den Vertikalkreis des Sterns, und auf einer Horizontal-Fläche sein Azimut bestimmen, so darf man nur diese zwey Horizontal-Linien verlängern, bis sie sich begegnen, und den Winkel, den sie im Durchschnittspunkt machen, durch eine dritte Linie genau in zwey gleiche Hälften theilen. Diese dritte Linie ist dann die Mittagslinie; und man kann eben so, wie bey der erstern Methode (§. 33.), die Beobachtungen, so viel man will, vervielfältigen, um dann aus allen Resultaten, wenn sie nicht genau übereinstimmen, das Mittel zu nehmen, und so der Wahrheit immer näher zu kommen.

Vierte Methode, aus dem Schatten der Sonne.

§. 35. Auf demselben Grunde beruht die im gemeinen Leben gewöhnliche Methode, die Mittagslinie vermittelst des Sonnen-Schattens zu ziehen. Es sey (19. Fig.) S A C ein Strahl aus dem Mittelpunkt der Sonne, der die Spitze eines vertikal stehenden Stifts B A in A berührt und in C den Horizont trifft: so werden alle Sonnenstrahlen, die zwischen B und

19. Figur.

C auf den Horizont fallen würden, vom Stifte B A aufgefangen, oder B C ist der horizontale Schatten desselben, und C A S ist die Gesichtslinie der Sonne, C B horizontal; also B C A die Höhe der Sonne. In diesem Dreyeck bleibt der rechte Winkel bey B und die Größe des Stifts B A ungeändert. Ist also auch der Winkel A C B von derselben Größe, so muß es auch B C seyn; und je höher die Sonne steigt, desto kürzer wird der Schatten, und umgekehrt. Steht z. B. die Sonne in *s*, so trifft der Strahl *s* A den Horizont in E, und der Schatten B E wird kürzer; steht sie aber niedriger in *σ*, so ist der Schatten B D länger. Wenn also die Sonne vor und nach Mittage gleiche Höhe hat, so sind auch die Schatten B C des Stifts gleich, und die Sonne ist um gleiche Stunden- und Azimutal-Winkel vom Meridian entfernt. Errichtet man

20. Figur. also (20. Fig.) im Mittelpunkt B mehrerer konzentrischer Kreise E *e*, C *c*, ꝛc. auf einer horizontalen Ebene, einen vertikalen Stift, so wird vor Mittage der Schatten des Stifts nach der rechten oder westlichen Seite fallen: je höher die Sonne steigt, desto kürzer wird der Schatten, und desto mehr nähert er sich der Mittagslinie. Das Ende des Schattens wird also nach und nach die Kreise in C, E, treffen, und eben so nach Mittage auf der östlichen Seite der Mittagslinie in *e*, *c*. In E und *e*, so wie in C und *c*, waren die Schatten von gleicher Länge: halbirt man also die Winkel E B *e*, C B *c*, durch eine Linie B M, so muß dieses die Mittagslinie seyn. Fallen aber die Linien, die diese Winkel theilen, nicht alle zusammen, so nimt man zwischen ihnen eine mittlere Linie; und dieses Mittel wird desto genauer, je mehr Kreise man gezogen hat.

Allein diese Methode giebt, wenn nicht die gröste Vorsicht dabey gebraucht wird, nicht einmal zum Gebrauch des gemeinen Lebens die erfoderliche Genauigkeit. Die Sonne ist kein Punkt, sondern eine Scheibe von beträchtlicher Größe. Wenn nun

19. Figur. (19. Fig.) *s* ihr höchster, *σ* ihr niedrigster Punkt ist, so werden von E bis C nur die Strahlen der obern Hälfte der

Sonne, von C bis D aber auch die der untern Hälfte hin treffen. Es werden also von E bis D mehr und mehr Strahlen auffallen, der Schatten wird nicht scharf begränzt seyn, sondern schwächer und schwächer werden, und sich unmerklich mit dem Sonnenlichte vermischen, so daß es unmöglich ist, die Gränze des Schattens, oder den Punkt genau zu bemerken, wo die Kreise, C *c*, E *e*, vom Ende des Schattens getroffen werden. Genauer wird diese Beobachtung, wenn man in dem Stifte oder einer vertikalen Wand, eine kleine Oeffnung macht, durch welche das Sonnenbild wie ein heller Punkt auf den von der Wand beschatteten Boden fällt, und mit diesem hellen Punkt, wie oben mit dem Ende des Schattens verfährt: da man dann für den Mittelpunkt der konzentrischen Kreise denjenigen Punkt annehmen muß, der senkrecht unter der Oeffnung liegt.

Ein noch größeres Hinderniß ist die eigene Bewegung der Sonne, welche verursacht, daß sie vom Vormittage bis zum Nachmittage nicht in demselben Parallel bleibt, also bey gleichen Entfernungen vom Meridian verschiedene Höhen, und bey gleichen Höhen verschiedene Entfernungen vom Meridian hat: man würde daher denselben Fehler begehen, als wenn man in C und *c* verschiedene Sterne beobachtet hätte. Um diese Unrichtigkeit zu vermeiden, wählt man die Jahreszeit, da die Sonne ihre Abweichung, mithin ihre Höhe in gleichen Stunden-Kreisen, nur unmerklich ändert: und diese sind der längste und kürzeste Tag, vorzüglich aber der erstre, weil am kürzesten Tage die Schatten zu lang werden.

Andre Methoden. 12. Figur.

§. 36. Die oben beschriebenen Beobachtungen mit der parallatischen Maschine (§. 16. Fig. 12.) geben eine sehr einfache Methode, die Mittagslinie zu ziehen. Wenn man, auf die dort erklärte Art, die Axe der Maschine A C einmal in der Lage der Welt-Axe befestigt hat, so daß das auf einen Stern gerichtete Fernrohr, bey der Umdrehung der Maschine, demselben beständig in seinem Parallel folgt, so darf man nur

von einem oder mehreren Punkten der Axe vertikale Fäden, DE, GH, auf den Horizont herab fallen lassen, da dann AEH die Mittagslinie ist. Denn die Ebene ADEGH ist vertikal (§. 19.), und geht zugleich durch den Pol P, auf den die Axe gerichtet ist: folglich ist sie die Ebene des Meridians (§. 24.), deren Durchschnitt mit dem Horizont AEH die Mittagslinie ist (§. 31.).

Folgende einfache Methode, die sich ohne alle Instrumente anwenden läst, ist für den gemeinen Gebrauch von hinlänglicher Genauigkeit. Der Polar-Stern oder der äußerste im Schwanze des kleinen Bären, und Alioth oder der Stern im Schwanze des großen Bären, der dem Rücken am nächsten ist, (beyde Sterne der zweyten Größe *) sind in der Rektaszension (§. 23.) um 180° verschieden, so daß sie sich, wie die Punkte, I, K, (15. Fig.) beständig in entgegengesetzten Hälften desselben Abweichungskreises, und zu gleicher Zeit im Meridian befinden. Sind sie nun auch in dem nämlichen Vertikalkreise HZR, so muß dies der Meridian selbst seyn. Verfolgt man also beständig den einen dieser Sterne mit einer vertikalen Ebene, vermittelst eines Senkbleys oder des Quadranten, bis der andre Stern auch dadurch bedeckt ist, so geben zwey vertikale Fäden, so aufgehangen, daß sie dem Auge beyde Sterne bedecken, auf einer horizontalen Ebene die Mittagslinie.

Erste Methode, die Polhöhe zu bestimmen.

§. 37. Ein nicht weniger wichtiger Gegenstand ist die Polhöhe oder Breite des Beobachtungs-Orts, von der nicht allein Klima und Jahrszeiten abhängen, sondern die auch fast auf jede an diesem Orte gemachte Beobachtung Einfluß hat. Unerachtet der unzähligen Methoden, die Polhöhe zu finden, die man zum Theil schon längst kannte, theils kürzlich erfunden hat, ist es doch äußerst schwer, dieses wichtige Element der

---

* Sie sind in den Stern-Verzeichnissen mit α und ε bezeichnet.

Sternkunde mit vollkommener Genauigkeit zu bestimmen: nur nach und nach kann man durch ununterbrochene und sorgfältige Beobachtungen, der Wahrheit näher kommen. Da Aequator- und Pol-Höhe zusammen 90° ausmachen (§. 25.), folglich eine die andre zugleich bestimmt, so ist es gleichgültig, welche von beyden unmittelbar beobachtet wird. Eine der ältesten Methoden, und die auch in der That die einfachste ist, weil sie gar keine Kenntniß voraussetzt, als die von der täglichen Bewegung der Sterne um den Pol, ist folgende. Wenn genau im Pol ein Stern befindlich wäre, der also seine Stelle gar nicht änderte, so dürfte man nur, gleich viel zu welcher Zeit, seine Höhe messen, die dann mit der Polhöhe einerley wäre. Da aber der nächste Stern, welcher daher der Polar-Stern heist (§. 22.), fast um zwey Grade vom Pol entfernt ist, so muß man auf folgende Art verfahren. Da die Sterne um den Pol nie untergehen, sondern täglich in der nordlichen Gegend des Himmels zweymal durch den Meridian gehen, wie G T N (17. Fig.), und in G und N ihre gröste und kleinste Höhe erreichen (§. 28.), so darf man nur die beyden Höhen G R, N R, die ein solcher Stern im Meridian hat, messen. Die Lage des Meridians darf hiebey nicht einmal genau bekannt seyn: man verfolgt den Stern mit dem Quadranten nahe bey seiner Kulmination, bis er die gröste Höhe G R erreicht, d. h. bis man bemerkt, daß seine Höhe wider abnimt; eben so verfährt man nach 12 Stunden mit der kleinsten Höhe N R. Der Unterschied beyder giebt den Bogen G N, dessen Hälfte P N zur kleinsten Höhe N R addirt, die Polhöhe P R giebt. Diese Methode gewährt den Vortheil, daß man dadurch zugleich die Entfernung des Sterns vom Pol, P N = P G, folglich seine Abweichung = 90° — P G erhält. Wenn man z. B. die beyden Meridian-Höhen des Polarsterns in einer Nacht von 61° 48′ und 58° 4′ beobachtet hat, so ist der Unterschied 3° 44′, dessen Hälfte 1° 52′ zu 58° 4′ addirt, die Polhöhe 59° 56′, und von 90° subtrahirt, die Abweichung

17. Figur.

des Sterns 88° 8′ giebt. Der einzige Nachtheil bey dieser Methode ist der, daß die beobachteten Höhen, aus einer physischen Ursache, die in der Folge erklärt wird, und unter dem Namen der Strahlenbrechung bekannt ist, immer etwas unrichtig sind, und zwar desto unrichtiger, je kleiner sie sind. Wir werden alsdenn sehn, wie man die beobachteten Höhen verbessern müsse, um die wahren daraus zu finden: überhaupt sind wegen dieses Umstandes die Beobachtungen desto sicherer, je näher der Stern dem Pol ist; mithin ist der Polarstern selbst der schicklichste dazu.

Zweyte Methode. 16. Figur.

§. 38. Die zweyte Methode besteht in der Beobachtung der Aequatorhöhe. Die Kulmination eines Sterns A (16. Fig.), der sich im Aequator A E befindet, giebt unmittelbar die Aequatorhöhe A H, folglich die Polhöhe P R = 90° — A H (§. 25.). Da es aber an solchen Sternen fehlt, und man, um gewiß davon zu seyn, doch die Abweichung kennen müste, so kann man jeden Stern M, dessen Abweichung M A bekannt ist, eben so wohl zu diesen Beobachtungen gebrauchen. Zieht man nämlich seine nordliche Abweichung von der beobachteten grösten Höhe des Sterns M H ab, oder addirt seine südliche Abweichung A N zur Höhe N H, so erhält man die Aequatorhöhe A H, welche zugleich die Polhöhe giebt. Auch hier ist es unnöthig, die Mittagslinie genau zu kennen, weil es nicht darauf ankömmt, die Zeit der Kulmination, sondern die grösste Höhe selbst zu finden: und diese erhält man, wenn man den Stern in der Gegend des Meridians unablässig mit dem Quadranten verfolgt. Die beobachtete Höhe erfodert dieselbe Verbesserung, wie bey der ersten Methode (§. 37.); und es ist aus demselben Grunde am vortheilhaftesten, solche Sterne zu wählen, die sehr nahe beym Zenit durch den Meridian gehn. Jene Methode hat vor dieser das voraus, daß man die Abweichung des Sterns nicht zu kennen braucht; dagegen aber hat diese zweyte Methode den Vorzug, daß man auf keine Art von Sternen eingeschränkt ist: jeder Stern, dessen Abweichung

bekannt ist, kann dazu dienen; daher man die Beobachtungen ins unendliche vervielfältigen kann, um aus allen ein mittleres Resultat zu nehmen. Man sieht, daß zu diesen Beobachtungen das Passage-Instrument (§. 31.) besonders bequem ist, noch mehr aber der von Tycho erfundene Mauer-Quadrant (Quart-de-cercle mural, Quadrans Tychonicus), welches ein an einer soliden Mauer in der Mittagsfläche befestigter großer Quadrant ist, dessen Fernrohr sich um den Mittelpunkt so drehen läst, daß es den Meridian durchläuft, also auf jeden Stern im Augenblick seiner Kulmination gerichtet ist. Beyde Instrumente unterscheiden sich dadurch: bey diesem ist der große Quadrant die Hauptsache, und das Fernrohr dient bloß statt der Dioptern; bey jenem ist das Fernrohr die Hauptsache, und der kleine Quadrant dient nur, es zu stellen, oder die Sterne bey Tage aufzufinden: mit dem erstern beobachtet man die gröste oder Mittags-Höhe; mit dem letztern die Zeit der Kulmination. Mauer-Quadrant.

Beyspiel. Die gröste Höhe des Sterns Alioth (§. 36.) ward = 87° 14′ gefunden, oder er ging durch den Mauer-Quadranten in einer Entfernung vom Zenit von 2° 46′, und seine nordliche Abweichung ist 57° 10′: dies von 87° 14′ subtrahirt, giebt die Aequatorhöhe = 30° 4′, folglich die Polhöhe = 59° 56′.

§. 39. Da die Mittags-Beobachtungen der Sonne, sowol für die Berichtigung der Sonnenbahn als der Uhren, von der grösten Wichtigkeit sind, so werden mehrere Zwecke zugleich erreicht, wenn man statt eines Sterns die Sonne im Meridian beobachtet: da dann die Theorie der Sonne schon so genau bekannt seyn muß, daß man für jeden Mittag ihre Abweichung finden kann. Allein auch ohnedem weiß man, daß die Sonne bald nordlich bald südlich vom Aequator ist, und daß sie an zwey entgegengesetzten Tagen des Jahrs, nämlich dem längsten und kürzesten, gleiche gröste nordliche und südliche Abweichung erhält. War nun ihre Mittagshöhe am Andre Methoden.

längsten Tage M H (16. Fig.), am kürzesten N H, so ist der Unterschied beyder Höhen M N, wovon die Hälfte A N, die zugleich die gröste Abweichung der Sonne ist, zur kleinsten Höhe N H addirt, die Aequatorhöhe A H giebt. Diese Methode war im Alterthum, besonders bey den Chinesen, sehr im Gebrauch. Man bediente sich dazu, statt des Quadranten,

Gnomon. 19. Figur.

eines Gnomons, d. i. einer vertikalen Säule, Obelisks, oder Pyramide, A B (19. Fig.), oder einer Mauer die in A eine kleine Oeffnung hatte (§. 35.). Das Ende des Schattens, oder das helle Bild des durch die Oeffnung A fallenden Sonnenstrahls, bestimmte am längsten Tage, wenn die Sonne in *s* war, den Punkt E, und am kürzesten Tage, wenn die Sonne in σ war, den Punkt D. Aus den Linien B E, B D, und der Höhe des Gnomons B A, fand man in den rechtwinklichten Dreyecken A B E, A B D, die Winkel A E B, A D B, welches die gröste und kleinste Mittagshöhe der Sonne im ganzen Jahre war. Das Mittel zwischen beyden war die Aequatorhöhe.

Wenn an mehreren Orten korrespondirende Beobachtungen angestellt werden, und die Polhöhe des einen Orts schon bekannt ist, so wird daraus leicht die Polhöhe der übrigen gefunden. Die Kulmination oder die gröste Höhe eines Sterns

16. Figur.

M H (16. Fig.), die an einem Orte beobachtet ist, dessen Polhöhe P R oder Z A bekannt ist (§. 25.), giebt zugleich die Entfernung des Sterns vom Zenit M Z. Hat man nun auf eben die Art an einem andern Orte, dessen Zenit ζ ist, die mittägige Höhe des Sterns oder seine Entfernung vom Zenit M ζ beobachtet, so giebt der Unterschied dieser beyden Entfernungen den Bogen Z ζ, welcher mit dem Unterschiede beyder Polhöhen A Z und A ζ einerley ist. Dieser Methode bedienten sich die Griechen der Alexandrinischen Schule häufig, und man sieht leicht, daß sie mit der zweyten Methode (§. 38.) im Grunde einerley ist: denn was hier als bekannt angenommen wird, ist die Polhöhe des Orts Z oder Z A,

und die kleinste Entfernung des Sterns M vom Zenit M Z; aus beyden aber folgt unmittelbar die Abweichung des Sterns M A.

Dies sind die einfachsten Methoden, wobey die Höhen unmittelbar gemessen werden müssen, mithin die unter dem Namen Strahlenbrechung bekannte Verbesserung angebracht werden muß, ehr man die Höhen zur Bestimmung der Polhöhe gebrauchen kann. Andre Methoden, wobey man diese Verbesserung nicht nöthig hat, erfodern eine weitläuftige Rechnung, die hier nicht wohl erklärt werden kann.

Viertes Kapitel.

Lage der Sterne gegen den Aequator.

Orts-Bestimmungen der Sterne.

§. 40. Die Fixsterne sind die einzigen festen sichtbaren Punkte am Himmel, durch welche die Lage jedes andern Punkts bestimmt werden muß. Um aber den Sternen selbst ihren Platz an der Sphäre anzuweisen, dazu dient der Pol und der Aequator, die durch die tägliche Bewegung, wiewol nur dem Verstande, so deutlich bezeichnet werden, daß es natürlich war, den Ort der Sterne zuerst durch ihre Entfernung von einem oder dem andern, d. i. durch ihre Abweichung zu bestimmen, und dann einen Punkt im Aequator anzunehmen, von dem die Rektaszensionen gezählt werden sollten (§. 23.). Dieser Punkt ist willkührlich, und kann nur, gleich allen andern Punkten an der Sphäre, durch Fixsterne bestimmt werden. Jeder Punkt des Aequators kann für den ersten angenommen werden, wenn man nur allgemein darüber einverstanden ist; und um sich zu verständigen, muß man ihn durch

einen Fixstern bezeichnen, der über ihm senkrecht, oder mit ihm in demselben Abweichungskreise liegt. Jeder kenntliche Stern kann also dienen, die Rektaszension aller übrigen zu bestimmen, so wie jeder bekannte Ort der Erde, Ferro, Paris, Petersburg, ꝛc. zur Bestimmung der Länge dienen kann.

21. Figur. Wenn (21. Fig.) A E der Aequator, P der Pol, S ein bekannter Stern ist, mit dem man alle übrigen, M, N, ꝛc. vergleichen zu wollen übereingekommen ist, und durch alle diese Sterne die Abweichungskreise, P B, P D, P E, gezogen sind, so kann man B für denjenigen Punkt annehmen, von dem die Grade des Aequators oder die Rektaszensionen gezählt werden. Da nun die Lage des Sterns S, mithin seine Entfernung vom Pol und vom Aequator, S P und S B, bekannt ist, so kann man auf einer künstlichen Himmelskugel, auf der der Aequator und die Pole gezeichnet sind, vermittelst des Bogens B S, den Stern S über einem willkührlichen Punkt des Aequators B eintragen. Kennt man nun die Abweichung aller übrigen Sterne, und ihre Unterschiede in der Rektaszension vom Stern S, und macht die Bogen B D, B E, diesen letztern gleich, zieht die Abweichungskreise D P, E P, und nimt darauf die Bogen D M, E N, so groß wie ihre Abweichungen: so erhält man durch die Punkte S, M, N, alle Sterne auf der Himmelskugel in ihrer wahren Lage gegen einander; und es ist nun gleichgültig, ob man die Grade des Aequators von B, von A, oder von irgend einem andern Punkt des Aequators zählen will: es werden nämlich hiedurch bloß die in den Punkten B, D, E, beyzuschreibenden Zahlen geändert, aber nicht die Lage der Sterne an der Sphäre, worauf alles ankömmt. Hieraus erhellt demnach, daß die ganze Sache darauf beruht, die Abweichung der Sterne und den Unterschied ihrer Rektaszensionen zu bestimmen: und der Gegenstand dieses Kapitels ist, zu zeigen, wie diese beyden Elemente durch die Beobachtungen gefunden werden.

Es wird hier der schicklichste Ort seyn, ein für allemal eine Erinnerung zu machen, die man nicht vergessen darf. Wenn E D B die Richtung der täglichen Bewegung von Osten nach Westen ist, so werden die Rektaszensionen nach der Richtung B D E gezählt (§. 23.). Die Sterne gehen also durch jeden Stundenkreis P A nach eben der Ordnung, wie ihre Rektaszensionen folgen: auf den Stern S folgt M, auf diesen N, ꝛc. und wenn M z. B. um den vierten Theil eines Tages, oder um 6 Stunden später durch den Quadranten oder durch den Meridian geht, als S, in welcher Zeit sich ein Bogen des Aequators B D von 90° durchschiebt, so ist die Rektaszension des Sterns M um 90° größer als die des Sterns S.

Erste Methode, Abweichung und Rektaszension zugleich zu finden. Sextante n 22. Figur.

§. 41. Vor Erfindung des Quadranten, waren sehr große Kreisbogen oder Sektoren von weniger als 90 Graden im Gebrauch, besonders die Sextanten, die einen Bogen A B (22. Fig.) oder Winkel A C B von 60° umfassen, und mit zwey Fernröhren, B E, D F, versehen sind, wovon das eine auf dem Halbmesser B C, von welchem die Abtheilung des Randes B A anfängt, befestigt ist, das andre aber sich um den Mittelpunkt C drehen läßt, und in D den Winkel B C D in Graden anzeigt. Ein solcher Sektor wird nicht bloß in der vertikalen Lage, wie der Quadrant, sondern in jeder andren Lage gebraucht: er dient nämlich vorzüglich zur Messung der scheinbaren Entfernung zweyer Sterne, S, T, und muß daher in die Ebne dieser beyden Sterne gebracht werden, so daß S C B D T eine Ebne ist. Verschiebt man nun in dieser Ebne den Sektor so lange, bis das Fernrohr B E auf den Stern S gerichtet ist, und dreht zugleich das Fernrohr D F um C, bis der Stern T im Mittelpunkt desselben erscheint, so ist S T der Bogen eines größten Kreises an der Sphäre, dessen Maaß die scheinbare Entfernung S C T beyder Sterne ist. Da nun die Scheitel-Winkel S C T, B C D, gleich sind (§. 15. n. 3.), so giebt der Bogen B D in Gra-

den den Bogen S T, oder die Entfernung der Sterne von einander. Die Spiegel-Sextanten werden noch jetzt mit großem Nutzen, zur Messung der Entfernungen der Weltkörper von einander gebraucht.

Hat man nun auf diese Art die Entfernung eines Sterns M (21. Fig.) von zwey bekannten Sternen, S, N, also die Bogen M S, M N, gemessen, so findet man daraus durch Rechnung, die Abweichung und Rektaszension des Sterns M. Man kennt nämlich die Abweichung der Sterne S, N, und den Unterschied ihrer Rektaszension, also die Bogen P S, P N, und den eingeschlossenen Winkel S P N: woraus man den Bogen S N und den Winkel P S N berechnet (§. 15. n. 17.). Nun kennt man im Dreyeck S M N alle drey Seiten, woraus man den Winkel M S N findet, und zugleich den Winkel P S M = P S N — M S N erhält. Im Dreyeck P S M sind nun die Seiten, P S, S M, und der eingeschlossene Winkel P S M bekannt, woraus man den Bogen P M und den Winkel S P M berechnet: der erstre giebt des Sterns M Abweichung M D = 90° — P M, der letztre den Unterschied seiner Rektaszension von S, nämlich S P M = B D. Auf solche Art bestimmte man sonst die Oerter der Planeten durch ihre Entfernung von den Fixsternen, und man bedient sich dieser Methode noch häufig bey den Kometen. Wenn es kein Spiegel-Sextant ist, so werden zwey Beobachter erfodert, die die Sterne S, T, zugleich in den Fernröhren B E, D F, beobachten.

21. Figur.

22. Figur.

Zweyte Methode, die Abweichung zu finden.

16. Figur.

§. 42. Wenn man an einem Orte, dessen Polhöhe oder Aequatorhöhe A H (16. Fig.) bekannt ist, die Mittagshöhe M H oder N H eines Sterns M oder N beobachtet hat, so giebt der Unterschied zwischen dieser Höhe und der Aequatorhöhe, unmittelbar die Abweichung des Sterns M A = M H — A H, oder N A = A H — N H. Ist nämlich die Aequatorhöhe größer als die Mittagshöhe des Sterns, so ist seine Abweichung südlich. Man sieht, daß zu dieser Art von Beob-

achtungen der Mauer-Quadrant sehr beqvem ist.

Beyspiel. In St. Petersburg, wo die Aeqvatorhöhe = 30° 4′ ist, hat man die gröste Höhe des Sterns γ im großen Bären = 84° 59′, und des Sirius = 13° 41′ gemessen. Hieraus folgt die nordliche Abweichung des Sterns γ = 84° 59′ — 30° 4′ = 54° 55′, und die südliche Abweichung des Sirius = 30° 4′ — 13° 41′ = 16° 23′.

Dritte Methode, die Abweichung zu finden.

§. 43. Bey den Sternen, die ihre ganze tägliche Bahn über dem Horizont durchlaufen, läst sich eine eigene Methode anwenden, die schon oben (§. 37.) erklärt ist. Der Unterschied der beyden Höhen, die ein solcher Stern im Meridian erreicht, oder seiner grösten und kleinsten Höhe G R und N R (17. Fig.), giebt den Bogen G N, dessen Hälfte P G seine Entfernung vom Pol ist, welche von 90° abgezogen, seine Abweichung giebt. 17. Figur.

Vierte Methode, die Rektaszension zu finden.

§. 44. Der Unterschied der Rektaszension zweyer Sterne ist der Bogen des Aeqvators oder Parallels, oder der Winkel am Pol, der zwischen den Abweichungs- oder Stunden-Kreisen liegt, die durch beyde Sterne gehen. Da nun die Bewegung der Sphäre um den Pol, und jedes Sterns in seinem Parallel, gleichförmig ist (§. 17.), so verhalten sich die Stunden-Winkel, oder die Bogen des Aeqvators und jedes Parallels, oder mit einem Worte, die Unterschiede der Rektaszensionen, wie die Zeiten, in denen sie sich durch den Meridian und jeden andern Stundenkreis schieben (§. 30.). Hieraus wird man leicht den Schluß ziehen, daß alle Methoden, wodurch die Rektaszension gefunden wird, sich auf die Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung gründen müssen. Wenn man also eine genaue Mittagslinie und eine richtige Uhr hat, so darf man nur mehrere Tage nach einander die Zeiten bemerken, da die Sterne, A, B, C, &c. durch den Meridian gehen: wozu vorzüglich das Passage-Instrument dient. In der Zeit zwischen zwey Kulminationen desselben Sterns A

oder B, hat sich die ganze Sphäre einmal umgewälzt, oder es hat sich von jedem Parallel ein Bogen von 360° durch den Meridian geschoben; in der Zeit zwischen den Kulminationen der Sterne A und B aber ein Bogen des Aequators, der dem Unterschiede der Rektaszension beyder Sterne gleich ist: welchen man also durch eine einfache Proportion oder Regel de Tri findet. Es verhält sich nämlich die Zeit zwischen zwey auf einander folgenden Kulminationen desselben Sterns A, zur Zeit zwischen den Kulminationen der Sterne A und B, oder A und C, wie 360° zum Unterschiede der Rektaszension dieser Sterne. Ist also die Rektaszension eines Sterns A bekannt, so findet man auf diese Art die Rektaszension aller übrigen. Da es bey dieser Rechnung nöthig ist, die Stunden und Grade in Sekunden auszudrücken, so muß man sich ein für allemal merken, daß eine Stunde oder ein Grad 3600 Sekunden enthält, daß 24 Stunden = 86400 Sekunden und 360° = 1296000″ sind.

Beyspiel. Es sind an einem Orte zwey Nächte nach einander die Sterne Kapella, Pollux und Arktur im Meridian beobachtet, und man hat auf der Uhr bemerkt

Zeit der Kulmination der Sterne

	Kapella	Pollux	Arkturus
in der ersten Nacht	7St. 31′. 8″. = A	10St. 4′. 11″. = B	4St. 42′. 5″. nach Mit- } = C
in der zweyten Nacht	7 . 46 . 12 . = A′	10 . 19. 15 . = B′	4 . 57. 9 . ternacht } = C′

Hieraus folgt die Uhr-Zeit einer ganzen Umwälzung der Sphäre, = A′ — A = B′ — B = C′ — C = 24 St. 15′ 4″ = 87304″, und die Zeit zwischen der Kulmination des ersten und zweyten, und des ersten und dritten Sterns, oder B — A = B′ — A′ = 2 St. 33′ 3″ = 9183″, und C — A = C′ — A′ = 9 St. 10′ 57″ = 33057″. Hieraus erhält man die Proportionen:

$$87304 : 1296000 = \begin{cases} 9183 : 136319'' \\ 33057 : 490721'' \end{cases}$$

und dies giebt den Unterschied der Rektaszension des Pollux

und der Kapella = 136319″ = 37° 51′ 59″, des Arkturs und der Kapella = 490721″ = 136° 18′ 41″. Setzt man nun die Rektaszension der Kapella = 75° 6′, so ergiebt sich die Rektaszension des Pollux = 112° 57′ 59″, und des Arkturs = 211° 24′ 41″.

Fünfte Methode, die Rektaszension zu finden.

§. 45. Die eben erklärte Methode setzt eine vollkommen genaue Mittagslinie voraus, und der geringste Fehler in der Stellung des Passage-Instruments kann einen großen Irrthum verursachen. Wenn man sich also nicht völlig auf die Mittagslinie verlassen kann, so verdient folgende Methode den Vorzug. Statt die Kulmination des Sterns unmittelbar zu beobachten, leitet man sie aus zwey oder mehreren, mit dem Quadranten genommenen, korrespondirenden Höhen her. Kann man sich dann nur auf die Uhr verlassen, so giebt die Mitte zwischen den Zeiten jedes Paars korrespondirender Höhen eines Sterns, den Augenblick seiner Kulmination (§. 33.), mit dem man dann weiter eben so verfährt, wie (§. 44.) mit der unmittelbar beobachteten Kulmination.

Beyspiel. Die Kapella ward vor und nach der Kulmination in gleichen Höhen beobachtet um 6 Uhr 29′ 3″ und um 8 Uhr 33′ 13″, Pollux um 8 Uhr 45′ 10″ und um 11 Uhr 23′ 12″, Arktur um 3 Uhr 40′ 2″ und um 5 Uhr 44′ 8″. Hieraus finden sich die Kulminationen der Kapella um 7 Uhr 31′ 8″, des Pollux um 10 Uhr 4′ 11″, des Arkturs um 4 Uhr 42′ 5″, wie vorhin.

Sechste Methode, die Abweichung und Rektaszension zugleich zu finden.

§. 46. Eine der sinnreichsten Erfindungen der neuern Astronomie, wodurch mit geringen Mitteln die größten Zwecke erreicht werden, sind die Netze oder Faden-Mikrometer *. Ein Paar Haare bestimmen den Ort eines Weltkörpes an der Sphäre, mit einer im buchstäblichen Verstande haarscharfen Genauigkeit, die man nicht mit den kostbarsten Werkzeugen

---

* μικρὸς, klein; μέτρον, Maaß.

erhalten könnte. Im Brennpunkte des Fernrohrs, wo sich die Bilder am deutlichsten zeigen, wird ein Ring befestigt, in dem einige Haare oder Fäden so ausgespannt sind, daß man sehr kleine Entfernungen damit messen kann: statt des Ringes kann auch ein Glas dienen, auf dem sehr feine Linien in der gehörigen Lage gezeichnet sind. Mit diesen Netzen läst sich der Unterschied der Abweichung und Rektaszension solcher Sterne sehr genau messen, deren Abweichungen um weniger als das halbe Gesichtsfeld des Fernrohrs verschieden sind: so daß, wenn der eine Stern durch den Mittelpunkt des Fernrohrs geht, die andern auch durch das Feld desselben längere oder kürzere Zeit nachher gehen müssen, nachdem der Unterschied ihrer Rektaszension größer oder kleiner ist. Auf diese Art kann man eine ganze Zone der Sphäre von etwa einem halben Grade Breite durch das Fernrohr gehen lassen, alsdenn zur nächstfolgenden Zone fortgehn, indem man das Fernrohr um sein halbes Feld höher oder niedriger richtet, und so nach und nach den ganzen Himmel durchmustern.

Netz von 45°. 23. Figur.

Das einfachste ist das so genannte Netz von 45 Graden (23. Fig.), in welchem vier Fäden A B, D E, F G, H I, so ausgespannt sind, daß sie sich alle im Brennpunkte C des Fernrohrs unter Winkeln von 45° durchschneiden. Wenn man nun das Fernrohr auf einen bekannten Stern S gerichtet, und zugleich den Ring so lange gedreht hat, bis der Stern genau längs dem Faden A C B geht, so ist dieser Faden der täglichen Bewegung, folglich dem Aequator parallel, und der darauf senkrechte Faden D E ist der Stundenkreis durch C. Jeder andre Stern M, dessen Abweichung von der des Sterns S um weniger als den Halbmesser des Feldes C D verschieden ist, wird durch das unverrückte Fernrohr gehen, und eine Linie N O beschreiben, die mit A B parallel, folglich auf C D senkrecht ist (§. 15. n. 6.). Die Dreyecke C M K, C M L, haben also bey M rechte Winkel, und bey C Winkel von 45°: mithin sind auch die Winkel C K M und C L M von 45° (§. 15. n. 7.), und diese Dreyecke

gleichschenklicht (§. 15. n. 9.), d. h. C M ist gleich M K und M L, und M die Mitte von K L. Hat man also die Zeiten bemerkt, da der Stern S durch den Mittelpunkt C, der Stern M aber durch die Fäden C F, C H, in K und L ging, so giebt die Mitte zwischen den Zeiten in K und L den Durchgang durch M, den man auch unmittelbar beobachten kann. Die Zeit zwischen den Durchgängen der Sterne S, M, durch C und M, giebt unmittelbar den Unterschied ihrer Rekt. aszension, und die Zeit zwischen den Durchgängen des Sterns M durch K und M, giebt den Bogen K M in Graden durch eine einfache Regel de tri (§. 44.). Hiezu ist es aber nothwendig, die Zeit zu kennen, die die Uhr während einer ganzen Umwälzung der Sphäre zeigt: und diese findet man, wenn man, ohne das Fernrohr zu verrücken, in der nächsten Nacht die Zeit bemerkt, da der Stern S wider durch C geht. Der Unterschied der Abweichung beyder Sterne ist C M, und der Bogen des Abweichungskreises C M ist mit dem Parallel K M von gleicher Länge; erstrer ein grösster, letztrer ein kleinerer Kreis: dieser wird also mehr Grade haben, als C M. Ist z. B. der Parallel nur die Hälfte des grösten Kreises, so enthalten gleich große Bogen von jenem und von diesem 360° und 180°; und überhaupt verhalten sich die Grade, die gleich große Bogen enthalten, umgekehrt wie die Kreise oder wie ihre Halbmesser (§. 15. n. 14.): d. h. die Anzahl der Grade in den Bogen K M und C M verhalten sich, wie der Halbmesser der Kugel zum Halbmesser des Parallels K M. Man hat Tabellen berechnet, woraus man dieses Verhältniß für jede Abweichung eines Parallels finden kann: durch folgende einfache Zeichnung erhält man eben das ohne Rechnung. Aus einem Punkt C einer geraden Linien A B (24. Fig.) beschreibe man mit einem nicht zu kleinen Halbmesser C A = C B den Halbkreis A F B, und suche in dessen Umfange den Punkt F, der von A und B gleiche Entfernung hat, so daß A F = B F 24. Figur.
Quadranten sind. Man ziehe C F, und theile den Quadran-

ten A D F in 90 gleiche Theile oder Grade von A bis F. Alsdenn nehme man A D der Abweichung des Parallels gleich, setze den einen Fuß des Zirkels in D, und öffne denselben so lange, bis ein damit geschlagener Bogen den Halbmesser C F in E berührt: so verhält sich D E zu A C, wie der Halbmesser des Parallels zum Halbmesser der Kugel. Hat man also A C wie einen verjüngten Maasstab eingetheilt, so findet man dieses Verhältniß, wenn man D E mit dem Zirkel auf A C aufträgt. Ist z. B. die Abweichung A D = 60°, so wird man finden, daß D E genau die Hälfte von A C ist, daß also ein Bogen des Paralles durch D doppelt so viele Grade enthält, als ein gleich langer Bogen des Aequators A B.

Beyspiel. Eines bekannten Sterns S Abweichung sey = 60° 5′ nordlich, seine Rektaszension = 143° 51′, und sein
23. Figur. Durchgang durch den Mittelpunkt C (23. Fig.), in der ersten Nacht um 10 Uhr 30′ 13″, in der zweyten Nacht um 10 Uhr 30′ 47″ beobachtet. Ein Stern M, den man mit S vergleichen will, gehe durch den Faden K um 11 Uhr 14′ 17″, durch L um 11 Uhr 15′ 11″, also durch M um 11 Uhr 14′ 44″. Die Uhr zeigte demnach 24 St. 34 Sek. oder 86434 Sek. während einer Umwälzung der Sphäre, 44′ 31″ oder 2671″ zwischen den Durchgängen in C und M, und 27″ zwischen den Durchgängen in K und M. Man hat also die Proportionen:

$$86434 : 360° \text{ oder } 1296000 = \begin{cases} 2671 : 40049'' \\ 27 : 405'' \end{cases};$$

welches den Unterschied der Rektaszension der Sterne S und M = 40049″ = 11° 7′ 29″, und den Bogen K M in Graden = 405″ = 6′ 45″ giebt. Des Sterns M Abweichung ist also etwas größer als 60°, folglich sein Parallel nur die Hälfte eines grösten Kreises: dies giebt den Unterschied der Abweichung beyder Sterne C M in Graden = 3′ 22″. Die nordliche Abweichung des Sterns M ist also = 60° 8′ 22″, seine Rektaszension = 154° 58′ 29″.

Man wird leicht bemerken, daß des Sterns M Abweichung grösser oder kleiner als die des nordlichen Sterns S ist, nachdem der Punkt M über oder unter C fällt: nur muß man nicht vergessen, daß die astronomischen Fernröhre die Gegenstände verkehrt darstellen, so daß, was sich im Fernrohre oben oder an der rechten Seite zeigt, am Himmel unten oder an der linken Seite liegt. Hat der Stern S eine südliche Abweichung, so ist der Stern M auch südlich, und zwar ist seine südliche Abweichung grösser oder kleiner, nachdem M unter oder über C fällt. Da alles darauf ankömmt, das Fernrohr so zu richten, daß der Stern S genau durch A C B geht, so muß S vor dem Stern M durch das Fernrohr gehen: mithin wird der Unterschied der Rektaszension zu der des Sterns S immer addirt (§. 40.). Hier kann es sich nun treffen, daß der folgende Durchgang des Sterns M erst in die nächste Nacht fällt, und daß die Summe, welche die Rektaszension des Sterns M giebt, grösser als 360° wird: in solchem Falle zieht man natürlich 360° davon ab. Wenn z. B. des Sterns S Rektaszension = 359°, und der Unterschied der addirt werden soll = 2° ist, so wird die Rektaszension des Sterns M = 361°, d. h. er liegt um 1° östlich vom 360sten oder lezten Grade des Aequators, der mit dem ersten einerley ist, von dem die Grade gezählt werden: die Rektaszension des Sterns M ist also = 1°.

Die Methode, die Rektaszension der Sterne durch ihre Vergleichung mit der Sonne zu bestimmen, verdient vor allen übrigen den Vorzug; sie kann aber erst unten erklärt werden.

§. 47. Es wird nicht überflüssig seyn, von den wichtigen Lehren, die den Gegenstand dieses Abschnitts ausmachen, dem Leser nochmals eine kurze Uebersicht zu geben. Rekapitulation.

I. In 24 Stunden wälzt sich der ganze Stern-Himmel einmal von der linken nach der rechten Seite, oder von Osten durch Süden nach Westen, um eine feste Axe, die durch den Mittelpunkt der Erde geht, und deren unbewegliche End-

punkte an der Sphäre den Nord- und Süd-Pol bestimmen. Alle Sterne beschreiben Parallel-Kreise, die auf jener Axe senkrecht stehn, und von denen der gröste der Aequator genannt wird. Diese tägliche Bewegung um die Pole ist vollkommen gleichförmig, so daß die Stunden-Winkel jedes Sterns in gleichen Zeiten gleiche Aendrungen leiden.

II. Der Kreis durch die Pole und durch das Zenit und Nadir eines Orts, oder der Meridian, theilt die sichtbare Hemisphäre in den östlichen und westlichen Himmel, wo die Sterne auf- und untergehen. Jeder Stern erreicht in der südlichen Hälfte des Meridians seine gröste Höhe; in der nordlichen ist er unter dem Horizont, oder steht am niedrigsten; und in gleichen Entfernungen vom Meridian hat er gleiche Höhe.

III. Die Polhöhe ist mit der geographischen Breite eines Orts, oder seiner Entfernung vom Aequator einerley: sie macht mit der Aequator-Höhe 90°. Der Tagebogen eines Weltkörpers, der im Aequator liegt, ist seinem Nachtbogen gleich. Je näher aber sein Parallel dem sichtbaren Pole liegt, oder je gröser seine nordliche Abweichung ist, desto gröser wird sein Tagebogen, bis seine Abweichung der Aequator-Höhe gleich wird, da dann der Nachtbogen verschwindet, und der Stern nie untergeht. Je gröser aber die südliche Abweichung ist, desto kleiner wird der Tagebogen; und Sterne, deren südliche Abweichung der Aequator-Höhe gleich oder gröser ist, gehen gar nicht auf.

IV. Diese wenigen Kenntnisse waren hinlänglich, eine Menge Methoden zu erklären, wodurch sowol die Lage der Sphäre für jeden Ort, d. h. die Polhöhe und die Mittags-

linie, als auch die Lage jedes Sterns an der Sphäre, d. i. seine Abweichung und der Unterschied der Rektaszension, oder der Bogen des Aequators zwischen den Stundenkreisen zweyer Sterne, gefunden wird. Wir sind also jetzt im Stande, alles was an der Sphäre eine unveränderliche Lage hat, zu bestimmen, und können nun zur Betrachtung der Weltkörper übergehen, die ihre Lage an der Sphäre ändern, oder eine eigene Bewegung haben.

Zweyter Abschnitt.

Von der Sonne.

Erstes Kapitel.

Scheinbare Bewegung der Sonne.

Einleitung. §. 48. Die bisher vorgetragenen Lehren würden die ganze Sternkunde erschöpfen, und wir könnten die Wissenschaft hiemit beschließen, wenn es keine andere Weltkörper gäbe, als die Fixsterne, die ihren Ort an der Sphäre nicht ändern, und bloß an der allgemeinen täglichen Bewegung Theil nehmen, welche bisher vollständig erklärt ist. Der praktische Astronom würde freylich nicht unterlassen, den Himmel täglich zu beobachten; und sein Fleiß, unterstützt durch die geschickte Hand des Künstlers, würde sich bemühen, neue Sterne und Milchstraßen in den Tiefen des Weltraums zu entdecken, ihren Ort an der Sphäre immer genauer zu bestimmen, und durch Vervollkommenerung der Uhren, Messung der Größe des Erdbodens, und Berichtigung der geographischen Lage seiner Länder und Meere, die Sternkunde für das gemeine Leben nützlich zu machen; aber hierauf würden sich auch alle Beobachtungen einschränken, und die Theorie würde keiner Erweiterung fähig seyn. Auf diese Art würde die Sternkunde eine sehr eingeschränkte Wissenschaft seyn, die sich mit Hülfe der ersten Elemente der Geometrie in ihrem ganzen Umfange erlernen ließe. Allein glücklicherweise giebt es noch andre Weltkörper, die ihren Ort an der Sphäre ändern, und eben da-

durch, obgleich sich ihre geringe Anzahl unter den Millionen Sternen verliert, für uns von der grösten Wichtigkeit sind. Diese Weltkörper, von denen man vor anderthalb Jahrhunderten nur sieben kannte, geben der Sternkunde eine ganz neue Gestalt: ihnen verdanken wir es, daß diese Wissenschaft nur von der Ewigkeit ihre Vollkommenheit erreichen kann; und die Untersuchung ihrer verwickelten Bahnen, die die Erfindung der erhabensten Wissenschaften erfoderte und veranlaste, wird dem menschlichen Geiste stets die edelste Beschäftigung geben.

Jede Bewegung, die ein Weltkörper außer der allgemeinen täglichen Bewegung hat, nennt man seine eigene oder besondere Bewegung: und die Weltkörper, die vermöge einer solchen eigenen Bewegung, unter den Fixsternen an der Sphäre gleichsam herumirren, heißen überhaupt Planeten * oder Irrsterne. Die schon im höchsten Alterthume bekannten sind, außer Sonne (☉) und Mond (☾), folgende fünf: Merkur (☿), Venus (♀), Mars (♂), Jupiter (♃) und Saturn (♄). Man begreift nun auch, warum die übrigen Weltkörper den Namen Fixsterne (*fixae*) erhielten, weil sie, gleich festen Punkten an der Sphäre, sich nur mit ihr herumwälzen, und daher zu Gränzsteinen dienen, wodurch die Wandrungen der Irrsterne bestimmt werden. Planeten.

Wenn man über die so sehr ungleiche Anzahl dieser beyden Gattungen von Weltkörpern nachdenkt, so dringt sich eine Bemerkung auf, die Aufmerksamkeit zu verdienen scheint. Alle Fixsterne haben eine gemeinschaftliche Bewegung, die durch die Beobachtung eines Sterns zugleich für alle übrigen entdeckt ist; die verschiedene Lage ihrer täglichen Bahnen erschwert die Sache nicht, sondern dient bloß, eine richtigere und gründlichere Kenntniß von jener Bewegung zu erhalten; und ihre unzählbare Menge erleichtert die Prüfung und Berichtigung der Resultate. Von den Planeten hingegen hat jeder seine eigen-

* πλανήτης, der umherirrende.

thümliche, von den übrigen ganz verschiedene Bewegung; die Bestimmung ihrer Bahnen ist mit solchen Schwierigkeiten verknüpft, und der falsche Gesichtspunkt, aus dem wir sie zu betrachten gezwungen sind, giebt ihnen ein so unregelmäßiges Ansehn, daß nur ihre geringe Anzahl zu dem kühnen Unternehmen Muth geben konnte, diese Bahnen zu berechnen. Wären der Fixsterne weniger, der Planeten mehr, so würde man mit weit größerer Schwierigkeit die einfache und allgemeine tägliche Bewegung entdeckt haben; die große Menge planetarischer Anomalien würde von ihrer Untersuchung abgeschreckt haben; und die Sternkunde hätte wahrscheinlich noch nicht ihre jetzige Vollkommenheit erreicht, die sie besonders auch dem Umstande verdankt, daß von Zeit zu Zeit sich neue Planeten zeigen, wenn die Bahnen der ältern bereits bekannt sind. Es wäre lächerlich sich einzubilden, daß diese Einrichtung des Universums in der Absicht getroffen sey, uns das Studium der Sternkunde zu erleichtern; daß aber nur diese Einrichtung diese Wirkung hervorbringen konnte, und daß die Astronomen sie zu benutzen nicht unterlassen haben, ist nicht zu läugnen.

Die Sonne.

§. 49. Unter der unzählbaren Menge ruhender und wandelnder Sterne, ist keiner unsrer Aufmerksamkeit so werth, als jene in einem Meere von Licht und Feuer schwimmende Kugel, deren anziehende Kraft Millionen von Planeten und Kometen in ihren Bahnen hält, um auf jedem von ihnen Licht und Wärme, Schönheit und Fruchtbarkeit zu verbreiten, und für Millionen des Glücks fähiger Geschöpfe eine unerschöpfliche Quelle von Leben, Thätigkeit, Genuß und Freude zu werden. Sie beherrscht unser Sonnen-System mit unumschränkter Gewalt, benutzt aber ihre Macht nur zum Wohlthun. Ohne sie würde Anarchie das Ganze zertrümmern, ohne ihren wohlthätigen Einfluß würde traurige Stille und todte Erstarrung auf jedem Weltkörper herrschen, gegen welche die elende Existenz des Feuerländers ein Wonneleben seyn würde. Jedes sinnliche Vergnügen, das angenehme Gefühl einer warmen heitern Luft,

das reitzende Farben-Spiel einer schönen Gegend, den Duft der Blumen, den Wohlgeschmack der Früchte, den Gesang der Vögel, verdanken wir der Sonne: und selbst der höchste Genuß des Geistes, der erste Gedanke an eine die Welt regierende und beglückende Gottheit, entstand durch den majestätischen Anblick dieses Feuerkörpers. Durch die regelmäßige Abwechselung der Tage und Nächte, des Winters und Sommers, und die unzähligen davon abhängenden Natur-Wirkungen, führte die wohlthätige Sonne das Menschen-Geschlecht zur Ordnung, zur Arbeitsamkeit, und zu allen Tugenden des geselligen Lebens. Sie ist die große Uhr des Universums, nach deren Lauf wir Jahrtausende und Sekunden zählen, nach der alle oekonomischen Arbeiten, alle bürgerlichen Geschäfte, und alle astronomischen Beobachtungen und Rechnungen eingerichtet werden müssen. Die Untersuchung ihrer Bahn ist daher einer der vornehmsten Gegenstände der Astronomie; und wir werden auch hier, unserm Plane gemäß, damit anfangen, zu zeigen, wie man ohne künstliche Werkzeuge, und ohne eigentliche astronomische Beobachtungen, zu einer allgemeinen Kenntniß derselben gelangen konnte, und dann zu ihrer genaueren astronomischen Untersuchung fortgehen.

Ihr jährlicher Umlauf.

§. 50. Der gestirnte Himmel zeigt sich uns zu verschiedenen Jahreszeiten in ganz verschiedenen Gestalten. Im Frühlinge sehen wir in unsern nordlichen Gegenden, um Mitternacht den großen Bären oder den Wagen im Zenit glänzen, Orion und das Siebengestirn gehen in Westen unter, und der schöne Stern im Adler erhebt sich in Osten über den Horizont. Nach sechs Monaten ist die ganze Szene verwandelt. Um eben die Zeit einer Herbst-Nacht schleicht der große Bär über dem nordlichen Horizont weg, Orion und die Plejaden erscheinen in Osten, und der Adler sinkt am westlichen Horizont herab. In einer heitern Winter-Nacht wimmelt es um den Meridian von den schönsten Sternen des Himmels: Orion, der Stier, das Zwil-

lings-Paar, Kapella, Sirius und Prozyon funkeln dort in ihrer ganzen Pracht; im Sommer sind sie verschwunden, und ihre Stelle ist mit der Leyer, dem Adler, der Krone, dem Skorpion, und andern vorher nicht sichtbaren Gestirnen besetzt; bis nach einem Jahr alles wieder die vorige Gestalt erhält. Da es Mittag ist, wenn die Sonne kulminirt, und Mitternacht, wenn zwölf Stunden nachher die Sphäre sich halb umgedreht hat, also die Sonne in der entgegengesetzten nordlichen Hälfte des Meridians unter dem Horizont ist, so stehn die Sterne, die um Mitternacht kulminiren, der Sonne gerade gegenüber; diejenigen aber, welche um Mitternacht in Norden stehn, haben mit der Sonne dieselbe Rektaszension. Da nun in jeder Jahrszeit verschiedene Sterne um Mitternacht kulminiren, und zwar nach 6 Monaten immer solche, deren Rektaszension von denen, die vor 6 Monaten in Süden standen, um 180° verschieden ist, wie die Krone und die Plejaden, der Adler und die Zwillinge, die Leyer und Sirius, die hellen Sterne im Skorpion und im Stier; da ferner solche Sterne, die nicht untergehen, wie die im großen Bären, in Zwischenräumen von 6 Monaten, um Mitternacht in Süden und in Norden stehn: so folgt, daß die Sonne zu jeder Jahreszeit eine andre Stelle unter den Sternen einnimt, oder eine eigene Bewegung hat, daß sie in 6 Monaten einen halben, und in einem Jahr einen ganzen Umlauf unter den Sternen macht. Dieser jährliche Umlauf der Sonne unter den Sternen muß nun näher betrachtet werden.

Scheinbare Bewegung der Sonne.

§. 51. Der Ort, den die Sonne am Himmel einnimt, läst sich nicht unmittelbar beobachten, weil die neben ihr stehenden Sterne, die allein diesen Ort bestimmen könnten, von ihren Strahlen verdunkelt werden. Allein eben der Umstand, daß die Sterne am hellsten glänzen oder um Mitternacht kulminiren, wenn sie am weitsten oder um 180° von der Sonne entfernt sind, und daß sie in ihrer Nähe verschwinden, bezeichnet

uns die Sterne, die bey der Sonne, oder die ihr gegenüber stehn, mithin den Ort der Sonne an der Sphäre. Die leichteste Art, sich von der jährlichen Bewegung der Sonne einen Begrif zu machen, durch welche es auch wirklich den Egyptiern gelang, sich schon so früh sowol von der Länge des Jahrs als der Lage der Sonnen-Bahn eine richtige Kenntniß zu erwerben, ist daher folgende. Bald nach Sonnen-Untergang erscheinen am östlichen Himmel, zuerst die größten, und dann nach und nach die kleineren Sterne. Bemerkt man nun die Gegend des Himmels, wo irgend ein glänzender Stern zuerst in der Abend-Dämmerung sichtbar wird, und setzt diese Beobachtungen ein ganzes Jahr fort, so wird man wahrnehmen, daß dieser Stern an jedem folgenden Abend, wenn er zuerst sichtbar wird, höher über dem Horizont und dem Meridian näher steht, und bald nachher um Mitternacht kulminirt, daß er nach einiger Zeit im Meridian, darauf an der westlichen Seite desselben zuerst erscheint, und um Mitternacht untergeht; daß er dann bey seiner ersten Sichtbarkeit mit jedem Tage weiter vom Meridian, und dem westlichen Horizonte näher steht, bis er endlich im westlichen Horizonte selbst, unter den die Sonne kurz vorher herab gesunken ist, sich nur einen Augenblick zeigt, und dann am folgenden Abend nicht mehr erscheint. Während dieser ganzen Zeit, die beynahe die Hälfte des Jahrs ausmacht, war nur sein Untergang sichtbar; der Stern befand sich immer östlich oder links von der Sonne, und seine Entfernung von ihr nahm mit jedem Tage ab: er näherte sich der Sonne nach Westen, oder sie näherte sich ihm nach Osten hin. Nun bleibt der Stern eine lange Zeit unsichtbar, bis er endlich kurz vor Sonnen-Aufgang am östlichen Horizont sich einen Augenblick zeigt, folglich nun schon an der westlichen oder rechten Seite der Sonne steht. Jeden folgenden Morgen erscheint er früher vor Sonnen-Aufgang am Horizont, und bleibt längere Zeit sichtbar. Der Ort des Himmels, wo er vor den Strahlen der Morgen-Sonne verschwindet, liegt mit jedem Tage höher über dem Horizont und dem Meridian

näher, und entfernt sich dann auf der westlichen Seite vom Meridian: er geht um Mitternacht, und dann am Abend auf, bis nach Verlauf eines Jahrs sein Aufgang sich in der Abend-Dämmerung verliert, und dann dieselben Erscheinungen in der nämlichen Ordnung wieder folgen.

Diese Erfahrungen, die man an jedem Sterne machen kann, beweisen entweder, daß die Sonne der einzige feste Punkt der Sphäre sey, und daß alle Sterne außer der täglichen noch eine jährliche Bewegung nach eben der Richtung haben; oder daß allein die Sonne eine eigene Bewegung habe, durch die sie sich von einem Tage zum andern von der rechten nach der linken Seite den östlichen Sternen nähert, und von den westlichen entfernt, und in einem Jahre einen ganzen Umlauf unter den Sternen macht. Man wird wol ohne Bedenken der letztern Erklärung den Vorzug geben, und in der That fällt die erstre von selbst weg. Da nämlich alsdenn beyde Bewegungen der Sterne, die tägliche und jährliche, nach einer Richtung geschehen müßten, so würde daraus keine neue Bewegung, sondern nur eine Vergrößrung der erstern Bewegung entstehen: die Sterne würden nach dieser Richtung an jedem Tage, außer einem ganzen Umlauf von 360°, noch den 365sten Theil eines Umlaufs, also etwa 361° durchlaufen; und das hieße nichts anders, als daß sich die Sphäre in einer etwas kleineren Zeit, als der tägliche Umlauf der Sonne beträgt, einmal herum wälzt. Die sogenannte jährliche Bewegung der Sterne fällt also weg, und wird ein Theil der täglichen Rotation der Sphäre: woraus dann nach den obigen Erfahrungen folgt, daß die Sonne zwar an dieser allgemeinen täglichen Bewegung Theil nimt, zugleich aber nach der entgegengesetzten Richtung in einem Jahr einen Umlauf an der Sphäre macht.

Der poetische Auf- und Untergang der Sterne.

§. 52. Der Mond kann uns zu einem Bilde dienen, das diese jährliche Bewegung der Sonne versinnlicht. Schon eine Nacht zeigt uns deutlich, wie der Mond durch seinen Auf- und Untergang an der täglichen Bewegung Theil nimt, zugleich

aber sehr schnell von Westen nach Osten unter den Sternen fortrückt, und durch diese eigene Bewegung dieselben Erscheinungen hervorbringt, wie die jährliche Bewegung der Sonne. Das periodische Erscheinen und Verschwinden der Sterne, welches eine nothwendige Folge dieser Bewegung ist, war den Völkern des Alterthums sehr merkwürdig, und der Gegenstand ihrer Aufmerksamkeit, ehr sie eigentliche astronomische Beobachtungen machten. Da diese Phänomene von den Jahrszeiten abhangen, so dienen sie zugleich, dieselben zu bezeichnen: sie waren daher der älteste Kalender, nach dem alle oekonomischen Arbeiten eingerichtet wurden. Man belegte die verschiedenen Erscheinungen der Sterne mit besondern Benennungen, die von den alten Dichtern und Astronomen häufig gebraucht werden, und daher hier erklärt werden müssen. Um die Sache faßlicher vorzustellen, wollen wir annehmen, daß sowol die Sonne als der mit ihr verglichene Stern sich im Aequator befinden. Wenn die Sonne nahe bey einem Sterne steht, so geht sie mit ihm zugleich auf und unter; der Stern geht mit der aufgehenden Sonne auf (*ortus cosmicus* *), und bey Untergang der Sonne unter (*occasus acronyctus* **): diese beyden Epochen fallen nicht in die nämliche Jahrszeit, wenn Sonne und Stern verschiedene Abweichungen und Tagebogen haben, folglich ungleiche Zeiten über dem Horizont zubringen, und daher nicht zugleich untergehen können, wenn sie zugleich aufgehen. Der Stern ist nun, nach seiner Lage und Größe, und nach der Polhöhe des Orts, längere oder kürzere Zeit unsichtbar; nach einigen Wochen aber hat sich die Sonne nach Osten hin so weit von ihm entfernt, daß er in der Morgen-Dämmerung sichtbar wird: er hat sich aus den Sonnenstrahlen entwickelt, oder geht aus den Sonnenstrahlen auf (*ortus heliacus* ***); dieser Aufgang des

---

* κόσμος, die Welt; er geht der Welt auf.

** ἄκρος, das äußerste; νὺξ, die Nacht; bey Anbruch der Nacht.

*** ἥλιος, die Sonne.

Sirius war bey den Egyptiern eine sehr wichtige Erscheinung, denn er verkündigte ihnen das nahe Austreten des Nils. Nach einem halben Jahre hat sich die Sonne um den halben Aequator (180°) von dem Stern entfernt: er geht bey Sonnen-Aufgang unter (*occasus cosmicus*), und ungefähr um eben die Zeit bey Sonnen-Untergange auf (*ortus acronyctus*). Nun nähert sich die Sonne dem Sterne wieder, und ist nach etwa 11 Monaten nur noch so wenig nach Westen von ihm entfernt, daß er von ihrem Lichte am westlichen Horizonte verdunkelt wird: er verbirgt sich in den Sonnenstrahlen (*occasus heliacus*). Nach Verlauf eines Jahres steht die Sonne wieder neben ihm, geht mit ihm zugleich auf und unter, und alle jene Erscheinungen folgen wieder in derselben Ordnung.

Die scheinbare Sonnenbahn

§. 53. Auf solche Art war es leicht, die jährliche Dauer des Umlaufs der Sonne unter den Sternen, und dessen Richtung von Westen nach Osten zu entdecken. Ob aber diese jährliche Bewegung im Aequator, oder in einem Parallel, oder in einem andern grösten Kreise an der Sphäre verrichtet werde; dies zu entscheiden, wurden noch andre Beobachtungen erfodert. Die bekannte Erfahrung, daß die Sonne zu verschiedenen Jahrszeiten eine so sehr verschiedene Höhe im Meridian erreicht, daß sie bald unserm Scheitel nahe kömmt, bald niedrig über dem Horizont weg geht; diese Erfahrung, die sich durch Sommer-Hitze und Winter-Kälte unserm Gefühl so merkbar macht, beweist, daß die Sonne nicht immer gleiche Entfernung vom Aequator hat, weil die Mittagshöhe der Weltkörper unmittelbar von ihrer Abweichung abhängt (§. 42.): daß also die Sonnen-Bahn weder im Aequator noch in einem Parallel liegt. Giebt man nun auf die Punkte im Horizont Acht, in denen die Sonne auf und untergeht, so wird man bemerken, daß diese Punkte zweymal im Jahr, im Anfange des Frühlings und Herbstes, dieselben sind, wo solche Sterne auf und untergehn, die im Aequator selbst liegen, also im wahren Osten und Westen O und W (§. 24. Fig. 16.):

daß folglich die Sonne an diesen Tagen im Aeqvator A E war. Vom Anfange des Frühlings bis zum Anfange des Sommers nehmen die Tage zu, die Nächte ab, die Mittagshöhe M H wird größer, und der Punkt im Horizont, wo die Sonne aufgeht, rückt immer mehr nach Norden hin von O bis L; bis zum Herbste nehmen die Tage wieder ab, bleiben aber noch länger als die Nächte, und der Punkt des Sonnen-Aufgangs rückt von L wieder nach O zurück. In diesem halben Jahre hatte also jeder Parallel I L M, in dem die Sonne ihren täglichen Umlauf mit der Sphäre verrichtete, eine nordliche Abweichung; die Sonne war an der nordlichen Seite des Aeqvators; ihre Abweichung nahm im Frühling zu, im Sommer ab, und war am langsten Tage in L M K am grösten, nämlich A M. Vom Anfange des Herbstes bis zum Winter werden die Tage kürzer als die Nachte, und nehmen immer mehr ab; zugleich nähert sich der Punkt des Horizonts, wo die Sonne aufgeht, von O bis G dem Süd-Punkt H, und ihre Mittagshöhe N H wird kleiner. Im Winter-Vierteljahre nehmen die Tage wieder zu, ohne doch den Nächten gleich zu werden; die Sonne erreicht im Mittage eine größere Höhe, und der Punkt G rückt wieder nach O zurück. Die Sonne war also in diesem halben Jahre an der südlichen Seite des Aeqvators, ihre Abweichung A N nahm im Herbst zu, im Winter ab, und war am kürzesten Tage am grösten. Uebrigens bleiben die äußersten Punkte des Horizonts, L und G, wo die Sonne im Anfange des Sommers und Winters aufgeht, in jedem Jahre die nämlichen. Diese Erfahrungen beweisen augenscheinlich, daß die Sonnen-Bahn den Aeqvator in zwey Punkten schneidet, nämlich im Anfange des Frühlings und Herbstes; daß sie sich im ersten Punkt nördlich über den Aeqvator erhebt, im letzten unter ihn nach Süden herab sinkt; daß ein Theil von ihr auf der nördlichen, der andre auf der südlichen Seite des Aeqvators liegt; und daß sie in jedem Jahre dieselbe Lage hat.

ist ein gröster Kreis.

§. 54. Nun entsteht aber die Frage, ob die Linie, die die Sonne in einem Jahr an der Sphäre beschreibt, ein größter oder ein kleinerer Kreis, oder vielleicht gar kein Kreis sey. Das leichteste Mittel, diese Frage zu entscheiden, wäre die Beobachtung der Punkte, in welchen die Sonne durch den Aequator geht, und in welchen sie die gröste nordliche und südliche Abweichung hat. Sind jene Punkte um 180° von einander entfernt, und ist ihre gröste nordliche Abweichung der südlichen gleich, so theilen sich die Sonnen-Bahn und der Aequator gegenseitig in zwey gleiche Theile, erstre liegt in einer Ebne, und ist daher ein gröster Kreis der Sphäre (§. 15. n. II.). Wenn man am ersten Frühlings- und Herbst-Abend die Sterne des Aequators bemerkt, die zuerst im wahren Ost-Punkt des Horizonts erscheinen, so findet man, daß diese Sterne um 180° von einander entfernt sind. Da nun beyderley Sterne bey ihrer ersten Sichtbarkeit gleiche Entfernung von der Sonne haben mußten, so folgt, daß auch die beyden Punkte, in denen die Sonnen-Bahn den Aequator durchschneidet, um 180° von einander entfernt sind. Bemerkt man ferner die Punkte des Horizonts, L, G, wo die Sonne am längsten und kürzesten Tage aufgeht, so zeigt sich, daß beyde genau gleiche Entfernung vom wahren Ostpunkt O haben, wo die im Aequator befindlichen Sterne aufgehen: woraus folgt, daß diese Punkte auch gleiche Abweichung haben, oder daß die gröste nordliche und südliche Entfernung der Sonne vom Aequator von gleicher Größe sind; daß also die Sonnen-Bahn ein gröster Kreis ist. Eben dies beweisen die Mittags-Beobachtungen der Sonne, die unten beschrieben werden, noch deutlicher. Wenn man von der größten Mittagshöhe der Sonne am längsten Tage (M H) die Aequator-Höhe (A H), und von dieser die kleinste Mittagshöhe am kürzesten Tage (N H) abzieht, so findet man die gröste nordliche und südliche Abweichung (A M und A N) gleich groß: Bemerkt man endlich am ersten Frühlings- und Herbst-Tage die Sterne, die um Mitternacht durch den Meridian gehn,

also der Sonne gerade gegenüber stehn, so findet man den Unterschied ihrer Rektaszension = 180°: folglich sind auch die Durchschnittspunkte der Sonnen-Bahn mit dem Aequator um 180° von einander entfernt.

§. 55. Man sieht leicht, daß dieser gröste Kreis nur die scheinbare Sonnen-Bahn, oder die Projektion der wahren Sonnen-Bahn an der Sphäre vorstellt, und weiter nichts bestimmt, als die Ebne, in der die Sonne einen jährlichen Umlauf um die Erde macht. Ihre wahre Bahn, oder die krumme Linie, die die Sonne in dieser Ebne beschreibt, läst sich nur dann bestimmen, wenn man ihre wahre Entfernung von der Erde zu finden im Stande ist, welches zur theorischen Astronomie gehört. Es ist jetzt bewiesen, daß die Ebne der Sonnen-Bahn die Sphäre in einem grösten Kreise schneidet, folglich durch den Mittelpunkt der Sphäre oder der Erde geht, und daß sie dem Aequator in zwey entgegen gesetzten Punkten begegnet. Dieser gröste Kreis, in welchem die Ebne der jährlichen Sonnen-Bahn die Sphäre durchschneidet, und der alle Oerter verbindet, die die Sonne im Lauf eines Jahres an der Sphäre einzunehmen scheint, heist die Ekliptik *; die Punkte, in denen sie den Aequator im Anfange des Frühlings und Herbstes durchschneidet, heißen die Aequinoktial-Punkte, weil Tag und Nacht auf dem ganzen Erdboden gleich ist, wenn die Sonne durch den Aequator geht. Im Frühlings-Punkt erhebt sich die Ekliptik nordlich über den Aequator, im Herbst-Punkt sinkt sie wieder nach Süden unter ihn herab. Vom Frühlings- bis zum Herbst-Punkt, durchläuft die Sonne von der rechten nach der linken Seite, die nordliche, und vom Herbst- bis zum Frühlings-Punkt, die südliche Hälfte ihrer jährlichen Bahn.

Ekliptik. Aequinoktialpunkte.

---

* ἐκλιπεῖν, abnehmen; weil eine Finsterniß (Eklipse, Licht-Abnahme) sich nur dann eräugnen kann, wenn der Mond dieser Ebne sehr nahe ist.

Da nun die Rektaszensionen vom Frühlings-Punkt an nach eben der Richtung gezählt werden (§. 23.), so nimt die gerade Aufsteigung der Sonne mit jedem Tage zu: im Frühlings-Punkt ist ihre Rektaszension und Abweichung = 0; im Herbst-Punkt ist die Abweichung abermals = 0, aber die Rektaszension = 180°.

Breite und Länge. Positions-Winkel.

§. 56. Sobald die Lage dieser Ebne, oder dieses grösten Kreises an der Sphäre, einmal bestimmt ist, so lassen sich vermittelst derselben die Oerter der Sterne an der Sphäre auf eben die Art angeben, wie durch den Aeqvator. Wenn

25. Figur.

(25. Fig.) AIRH, EILH, die grösten Kreise des Aeqvators und der Ekliptik an der Sphäre, deren Mittelpunkt in C ist, also P, Q, die Nord-Pole, p, q, die Süd-Pole des Aeqvators und der Ekliptik vorstellen; wenn ferner in F sich ein Stern befindet, durch den der Abweichungskreis PFK gelegt ist, und AIRH die Richtung von Westen nach Osten ist, nach der die Grade des Aeqvators gezählt werden: so ist I der Frühlings-, H der Herbst-Punkt, IK die Rektaszension, KF die nordliche Abweichung des Sterns; und es läst sich seine Lage eben so durch den Punkt G der Ekliptik bestimmen, über dem er senkrecht steht. Zieht man nämlich durch den Stern den Bogen FG senkrecht auf die Ekliptik, durch deren Pole er also gehen muß, so heist die Entfernung FG des Sterns von der Ekliptik seine Breite, daher auch alle Kreise QF durch die Pole der Ekliptik Breitenkreise genannt werden; und die Entfernung GI vom Frühlingspunkt, oder der zwischen diesem Punkt und dem Breitenkreise des Sterns eingeschlossene Bogen der Ekliptik, heist die Länge des Sterns; der Winkel PFQ, unter dem sich der Abweichungs- und Breiten-Kreis eines Sterns schneiden, heist der Positions-Winkel. Da die Sonne S sich immer in der Ekliptik befindet, so hat sie nie eine Breite; allein ihre Länge IS, so wie ihre Aufsteigung IK und Abweichung KS, ändert sich unaufhörlich: erstre beyden nehmen immerfort bis 360° zu; letztre nimt bald ab bald zu,

und ist bald nordlich bald südlich. Der Winkel P S Q wird auch der Positions-Winkel der Sonne genannt.

§. 57. Die Lage der Ekliptik ist völlig bestimmt, wenn man die Punkte der Sphäre, I, H, kennt, wo sie den Aeqvator schneidet, und den Winkel L I R, unter dem sie ihn schneidet. Dieser Winkel, der die Schiefe der Ekliptik genannt wird, ist eines der wichtigsten Elemente der Sternkunde, welches die Astronomen seit 4000 Jahren mit der grösten Genauigkeit zu bestimmen gesucht haben. Wenn I A und I R Qvadranten des Aeqvators sind, so geht der Abweichungskreis A P R auch durch die Pole der Ekliptik, und I E, I L, sind Qvadranten der Ekliptik: der Bogen L R oder A E ist also der Schiefe der Ekliptik gleich. Diese Bogen sind zugleich die gröste Abweichung, die die Sonne erreichen kann; welches auf eben die Art bewiesen wird, wie oben (§. 28.) gezeigt ward, daß jeder Weltkörper im Meridian seine gröste Höhe erreicht. Durch den Qvadranten I L (das Frühlings-Vierteljahr) nimt demnach die nordliche Abweichung der Sonne zu, und durch den Qvadranten L H (den Sommer) wieder ab: durch den Herbst-Qvadranten H E wächst die südliche Abweichung, und durch das Winter-Viertel E I nimt sie wieder ab. In L und E ist der längste und kürzeste Tag, die gröste nordliche und südliche Abweichung. Da aber diese Größen in L oder E nicht plötzlich aufhören können zu wachsen und anfangen abzunehmen, sondern nach dem allgemeinen Natur-Gesetze der Stetigkeit, sowol die Länge der Tage als die Abweichung sich nur unmerklich ändern kann, so scheint die Sonne daselbst eine kurze Zeit still zu stehn: diese Punkte heißen daher die Stillstands- oder Solstitial-Punkte (*solstitium*). Die beyden Abweichungskreise, die durch die vier Hauptpunkte des Aeqvators und der Ekliptik, I, H, und L, E, gehen, werden Kolure * genannt: der letztre A Q P L R q p E A, der zugleich

Schiefe der Ekliptik. Kolure. Solstitialpunkte.

---

* κόλυρος; κόλος οὐρά, abgeschnitten am Schwanz oder am Ende.

durch die Pole der Ekliptik geht, heist der Solstitial-Kolur; der erstre, der auf jenem senkrecht steht, der Aequinoktial-Kolur. Der Bogen des Solstitial-Kolurs, L R oder A E, der zwischen dem Aequator und der Ekliptik fällt, ist das Maaß der grösten nordlichen und südlichen Abweichung, und der Schiefe der Ekliptik: er ist der Entfernung der Pole beyder Kreise P Q oder p q gleich, und macht mit dem Bogen P L oder Q A zusammen 90°, weil sowol P R und P A als Q L und Q E Quadranten sind.

Lage der Sterne gegen den Aequator und die Ekliptik.

§. 58. Unmittelbar durch Beobachtungen läst sich eigentlich nur die Lage der Sterne gegen den Horizont, ihre Höhe, bestimmen: aus einer Verbindung solcher Beobachtungen ergiebt sich, ohne Rechnung, ihre Lage gegen den Aequator; allein die Lage gegen die Ekliptik, einen Kreis von dem keine Spur am Himmel bleibt, so bald die Sterne erschinen, läst sich auf keine Art beobachten. Da sich aber die Lage der Ekliptik selbst, so wie die der Sterne gegen den Aequator, durch Beobachtungen bestimmen läst, so kann man daraus durch trigonometrische Rechnung, die Lage der Sterne gegen die Ekliptik herleiten, und umgekehrt. Beyde Probleme kommen häufig vor: erstres, wenn ein beobachteter Stern in das Verzeichniß einzutragen ist; lezteres, wenn die Beobachtung eines bekannten Sterns vorher berechnet werden soll. Die Astronomen haben es nämlich aus mancherley Ursachen bequemer gefunden, den Ort der Sterne durch ihre Lage gegen die Ekliptik anzugeben, die auch wirklich weniger Veränderungen unterworfen ist, als die Lage gegen den Aequator. Um zu sehen, wie sich eine aus der andern herleiten lasse, darf man nur das Dreyeck P F Q betrachten, in welchem P Q die Schiefe der Ekliptik ist (§. 57.), und P F, Q F, mit der Abweichung des Sterns F K und seiner Breite F G zusammen 90° machen (§. 56.). Der Winkel Q P F oder A P F hat mit dem Bogen A I K oder A I + I K gleich viele Grade: er enthält also 90° mehr als die Rektaszension I K des Sterns. Eben so ist der Winkel P Q F dem Bogen G L oder I L — I G

gleich: man findet ihn alſo, wenn man die Länge I G von 90° abzieht. Wenn alſo die Lage eines Sterns gegen den Aequator oder gegen die Ekliptik, und die Lage dieſer beyden Kreiſe gegen einander, gegeben iſt, ſo kennt man in dieſem Dreyeck zwey Seiten und einen Winkel, woraus ſich die übrigen Stücke, alſo auch der Poſitions-Winkel P F Q berechnen läſt. Iſt die Rede von der Sonne S, die ſich immer in der Ekliptik, alſo 90° von ihrem Pol Q befindet, ſo bleiben im Dreyeck P S Q die Seiten P Q, Q S, unveränderlich: erſtre iſt die Schiefe der Ekliptik, letztre ein Quadrant. Man kann alſo für jede aus den Tafeln genommene Länge der Sonne, I S, wodurch auch S L oder der Winkel S Q P bekannt iſt, die Seite P S, und die Winkel Q P S und P S Q berechnen, alſo die Abweichung, die Rektaſzenſion, und den Poſitions-Winkel der Sonne. Iſt aber die Abweichung der Sonne K S oder P S beobachtet, ſo kann man daraus allein ihre Länge und Rektaſzenſion berechnen.

Sonnen-Beobachtungen.

§. 59. Die Beobachtung der Fixſterne hat keine Schwierigkeit, weil ſie bloße leuchtende Punkte ohne alle merkliche Größe ſind, folglich nur einen Augenblick von den Fäden im Fernrohre bedeckt werden. Allein bey der beträchtlichen Größe der Sonne iſt es nicht gleichgültig, welchen ihrer Punkte man beobachtet. Die Sonnen-Scheibe zeigt ſich uns immer wie ein vollkommener Kreis, wovon man ſich leicht durch folgende Erfahrung überzeugen kann. Wenn man das Bild der Sonne in einer dunkeln Kammer mit einem Papier auffängt, auf dem Kreiſe von verſchiedener Größe gezeichnet ſind, ſo wird man finden, daß dieſes helle Bild immer genau einen oder den andern dieſer Kreiſe ausfüllt, nachdem man das Papier näher oder weiter von der Oefnung hält, durch welche die Sonnenſtrahlen fallen. Wenn alſo von dem Orte der Sonne ſchlechthin die Rede iſt, ſo kann darunter nichts anders als ihr Mittelpunkt verſtanden werden. Da man aber nur die Ränder der Sonne am Faden des Fernrohrs beobachten kann, ſo muß man

diese Beobachtungen auf ihren Mittelpunkt reduziren. Das Fernrohr am Quadranten oder am Passage-Instrument, hat wenigstens zwey Fäden, die sich im Brennpunkt senkrecht schneiden, und wovon der eine vertikal, der andre horizontal gestellt seyn muß. Will man nun die Zeit des wahren Mittags, da der Mittelpunkt der Sonne durch den Meridian geht, beobachten, so darf man nur beyde Zeiten auf der Uhr bemerken, da der vordere und hintere, oder der westliche und östliche Rand der Sonne den vertikalen Faden berührt. Die Mitte dieses Zeitraums giebt den Augenblick, da der Mittelpunkt kulminirte. Sucht man die Höhe der Sonne, so beobachtet man die Höhe des obern oder des untern, des nordlichen oder des südlichen Sonnen-Randes, indem man den Quadranten so stellt, daß dieser Rand den horizontalen Faden genau berührt. Um nun die Höhe des Mittelpunkts zu haben, muß man zur beobachteten Höhe des Randes, wenn es der untere war, den scheinbaren Halbmesser der Sonne addiren, oder ihn, wenn der obere Sonnen-Rand beobachtet war, davon subtrahiren. Diesen Halbmesser der Sonne nimt man entweder aus den astronomischen Tafeln oder Ephemeriden, oder man bestimmt ihn selbst durch die Zeit, die die Sonnen-Scheibe gebraucht, durch den Meridian oder einen andern Stundenfaden zu gehen, auf eben die Art, wie es bey den Netzen erklärt ist (§. 46.): da man dann, nach der jedesmaligen Abweichung der Sonne, dieselbe Rechnung anwenden muß, um den Bogen des Parallels, den der Durchmesser der Sonne einnimt, auf einen größten Kreisbogen zu reduziren. Will man korrespondirende Sonnen-Höhen nehmen, so darf man nur vor und nach Mittage die Zeit beobachten, da derselbe Rand, entweder der obere oder der untere, den Horizontal-Faden berührte, folglich gleiche Höhe hatte. Da nun nothwendig auch der Mittelpunkt der Sonne in beyden Augenblicken gleiche Höhe hatte, so giebt die Mitte dieses Zeitraums die Kulmination desselben.

Zweytes Kapitel.

Lage der Sonnenbahn gegen den Aeqvator.

§. 60. Die Lage der Ekliptik ist nur dann völlig bestimmt, wenn man die Punkte kennt, in welchen dieser gröste Kreis an der Sphäre dem Aeqvator begegnet, und den Winkel, unter dem sich beyde Kreise oder Ebnen schneiden, d. h. die Aequinoktialpunkte und die Schiefe der Ekliptik (§. 57.). Da diese letztre mit der grösten nördlichen oder südlichen Abweichung einerley ist, die die Sonne im Laufe eines Jahres erreicht (§. 57.), so ist folgende Methode die einfachste, um die Schiefe der Ekliptik zu bestimmen. Jeder Weltkörper M oder N (16. Fig.) hat im Meridian P Z H seine gröste Höhe M H oder N H, und diese ist desto größer, je weiter er vom Aeqvator A nach Z oder nach Norden hin, und desto kleiner, je weiter er vom Aeqvator nach H oder nach Süden hin entfernt ist; mit einem Wort, je größer seine Abweichung ist. Die Sonne hat demnach ihre gröste und kleinste Mittagshöhe M H und N H, an den Tagen, da ihre nordliche und südliche Abweichung A M und A N der Schiefe der Ekliptik gleich ist. Man findet dieselbe also, wenn man um die Zeit des längsten oder kürzesten Tages, die Sonne täglich im Meridian beobachtet, und von der grösten unter diesen Mittagshöhen M H die Aeqvator-Höhe des Orts A H, oder die kleinste Mittagshöhe N H von der Aeqvator-Höhe abzieht: in beyden Fällen ist der Rest die Schiefe der Ekliptik A M oder A N. Diese Methode setzt freylich voraus, daß die Sonne gerade durch den Meridian ging, als sie ihre gröste Abweichung hatte. Da aber die jährliche Umlaufszeit der Sonne, außer 365 ganzen Tagen, noch eine Anzahl von Stunden, Minuten ꝛc. enthält, so wird ihre gröste Abweichung in jedem Jahr auf eine andre Tageszeit fallen: wenn man daher diese Beobachtungen jährlich wiederholt, so wird auch

Erste Methode, die Schiefe der Ekliptik zu finden.

16. Figur.

ein Jahr vorkommen, in dem die gröste Abweichung der Sonne so nahe beym Mittage fiel, daß der dabey begangene Fehler um so unmerklicher wird, da die Sonne in diesen Punkten ihre Abweichung fast nicht ändert (§. 57.). Was hier von den Beobachtungen verschiedener Jahre an demselben Orte gesagt ist, gilt auch von den Beobachtungen eines Jahres an verschiedenen Oertern. In dem Augenblick, da die Sonne ihre gröste Abweichung hatte, muß sie durchaus in irgend einem Meridian der Erde gewesen seyn, und an diesem Orte war es Mittag: wenn daher am längsten Tage an mehreren Orten der Erde die Mittagshöhe der Sonne beobachtet, und daraus ihre Abweichung hergeleitet wird, so wird man, ohne merklichen Fehler, die gröste unter allen diesen Abweichungen für die Schiefe der Ekliptik annehmen können.

Zweyte Methode, die Schiefe der Ekliptik zu finden.

§. 61. Es setzt aber diese Methode auch voraus, daß die Aequator- oder Pol-Höhe des Beobachtungs-Orts aufs genaueste bekannt sey. Dies ist aber selten der Fall; und überhaupt ist es vortheilhaft, die verschiedenen Elemente der Sternkunde, so viel möglich, von einander unabhängig zu bestimmen, damit nicht ein begangener Fehler auf alle andern Elemente Einfluß habe. Diesen Zweck erreicht man bey der Schiefe der Ekliptik, wenn man sowol die gröste als die kleinste Mittagshöhe der Sonne im ganzen Jahr, M H und N H, beobachtet: der Unterschied beyder Höhen gibt den Bogen M N, wovon die Hälfte die Schiefe A M = A N ist. Man wird hier leicht von selbst die nämliche Bemerkung, wie bey der vorigen Methode machen: die Beobachtungen müssen nämlich mehrere Jahre fortgesetzt werden, damit man gewiß seyn könne, wirklich die gröste nordliche und südliche Abweichung der Sonne, wenigstens so nahe wie möglich beobachtet zu haben. Diese Methode war bey den Alten, besonders bey den Chinesen und Griechen, sehr im Gebrauch, die sich dazu des Gnomons (§. 39.) bedienten: der kürzeste und längste Schatten im ganzen Jahr, den die Sonne zu Mittage warf,

gab ihre gröste und kleinste Höhe, deren Unterschied die doppelte Schiefe der Ekliptik ist. Uebrigens erfodern alle diese wirklich gemessenen Höhen, wegen der Strahlenbrechung, eine Verbesserung die unten erklärt wird.

Bestimmung der Aeqvinoktialpunkte.

§. 62. Die Aeqvinoktialpunkte sind zwey Punkte des Aeqvators, deren Rektaszensionen 0 und 180° sind (§. 55.): ihre Lage ist also am Himmel bestimmt, so bald man den Bogen des Aeqvators kennt, der zwischen einem dieser Punkte und dem Abweichungskreise durch irgend einen bekannten Stern liegt, d. h. so bald die Rektaszension eines Sterns bekannt ist: es kömmt daher alles darauf an, die Entfernung eines Sterns von dem Punkt zu bestimmen, wo die Sonne durch den Aeqvator geht, oder gar keine Abweichung hat. Die einfachste Methode hiezu wäre unstreitig, den Rand der Sonne, in dem Augenblick da sie keine Abweichung hat, längs dem Parallel-Faden des Netzes (§. 46.) gehen zu lassen, die Zeiten zu beobachten, da ihr westlicher und östlicher Rand den Stunden-Faden berührt, welche zugleich den Augenblick geben, da ihr Mittelpunkt durch diesen Stundenkreis ging, und dann in den nächsten zwey Nächten die Zeit zu bemerken, da irgend ein bekannter Stern durch den Stunden-Faden des unverrückten Fernrohrs geht: woraus man sowol die Zeit erhält, worin 360° des Aeqvators, als auch diejenige, worin der zwischen der Sonne (oder dem Aeqvinoktialpunkt) und dem Sterne liegende Bogen des Aeqvators durch den Stundenkreis geht, mithin die Rektaszension des Sterns. Um aber gewiß zu seyn, daß die Sonne keine Abweichung hat, muß man sie im Meridian beobachten. War dann ihre Mittagshöhe der Aeqvator-Höhe des Orts gleich, so war sie im Aeqvator. Allein dies setzt wider voraus, daß der Durchgang der Sonne durch den Aeqvator genau in die Mittags-Zeit dieses Orts falle: ein Umstand, den man vergebens erwarten würde. Man verfährt daher auf folgende Art.

Um die Zeit der Frühlings-Nachtgleiche beobachtet man täglich die Mittagshöhe und die Zeit der Kulmination des Mittelpunkts der Sonne, auf die oben erklärte Art (§. 59.). Unter diesen Mittags-Beobachtungen werden sich zwey finden, in deren einer die Abweichung der Sonne noch südlich, in der andern schon nordlich war, so daß die Sonne zwischen beyden Mittagen durch den Aeqvator ging. Am Abend zwischen beyden Mittagen, und an dem nächstfolgenden Abend, beobachtet man auch die Zeit, da ein bekannter Stern durch das Mittags-Fernrohr geht, woraus sich die Zeit einer ganzen Umwälzung der Sphäre ergibt, so wie die Zeit zwischen der Kulmination der Sonne und des Sterns am ersten und zweyten Tage den Bogen des Aeqvators gibt, der zwischen dem Stern und beyden Oertern der kulminirenden Sonne lag, folglich auch den Bogen zwischen diesen beyden Oertern der Sonne. Da aber die Sonne im ersten Mittage noch eine südliche Abweichung hatte, so muß man ihre Entfernung vom Frühlingspunkt suchen: und dazu dient dieser letzte Bogen nebst der Zeit zwischen beyden Mittagen. In dieser Zeit hat sich nämlich die Abweichung der Sonne um die Summe beyder beobachteten Abweichungen geändert: woraus man durch eine Regel de tri die Zeit findet, worin sie um die erste beobachtete südliche Abweichung abgenommen hat, welche zur Zeit des ersten Mittags addirt, den Augenblick gibt, da die Sonne keine Abweichung hatte, folglich durch den Aeqvator ging. Durch eine ähnliche Regel de tri findet man, aus der Summe beyder Abweichungen, aus der ersten Abweichung, und aus dem Bogen des Aeqvators zwischen beyden Oertern der Sonne, den Bogen zwischen ihrem ersten Orte und dem Frühlingspunkt: welcher von dem Bogen zwischen dem ersten Orte und dem Stern abgezogen, die Entfernung des Sterns vom Frühlingspunkt, oder seine Rektaszension gibt. Diese Methode, die zugleich den Zeitpunkt der Nachtgleiche gibt, der zur Bestimmung der Länge des Jahrs dient, ist so wich-

tig, daß es nöthig scheint, sie durch eine Zeichnung und ein Beyspiel noch deutlicher zu machen.

§. 63. Es sey (26. Fig.) AG der Aequator, ST die Ekliptik, C der Frühlingspunkt, S, T, die Oerter der Sonne in den beyden Mittagen, zwischen welche die Nachtgleiche C fällt, SA = 13'37" = 817" und TB = 10'4" = 604", ihre südliche und nordliche Abweichung; ferner F ein Stern mit dem die Sonne verglichen ist, CG seine Rektaszension die gesucht wird. Im ersten Mittage war der Stern östlich von der Sonne um den Bogen des Aequators AG, im zweyten aber nur um den Bogen BG, weil die Sonne indessen, durch ihre eigene Bewegung, den Bogen ST der Ekliptik durchlaufen, also ihre Rektaszension um AB zugenommen hatte. Beyspiel. 26. Figur.

Im Augenblick der Kulmination	zeigte die Uhr die Zeit		
der Sonne am ersten Tage	A = 12 Uhr	3'. 24".	
der Sonne am zweyten Tage	B = 12.	7. 18.	
des Sterns am ersten Abend	F = 2.	12. 30.	nach Mitternacht.
des Sterns am zweyten Abend	G = 2.	12. 46.	

Es ging also durch den Meridian

	in der Zeit			der Bogen des Aequators
G — F =	24 St.	0'. 16".	= 86416".	360°
F — A =	14.	9. 6.	= 50946.	AG
G — B =	14.	5. 28.	= 50728.	BG
B — A =	24.	3. 54.	= 86634.	360° + AB

Hieraus erhält man folgende Proportionen:

$$G-F \text{ zu } 360° \text{ wie } \begin{cases} F-A \text{ zu } AG \\ G-B \text{ zu } BG \end{cases}$$

und dies giebt zugleich $AB = AG - BG$. Man hat also

$$86416 : 1296000 = \begin{cases} 50946 : 764048'' \ (AG) \\ 50728 : 760779 \ (BG) \end{cases}$$

$$AB = 3269 = 54' 29".$$

Da sich nun in der Zeit B — A die Rektaszension der Sonne um AB, ihre Abweichung um SA + TB geändert

hat; da ferner ihre Abweichung um S A abnahm, während die Rektaszension um A C zunahm: so ergiebt sich die Proportion

S A + T B zu S A wie A B zu A C,

woraus die Rektaszension des Sterns C G = A G — A C folgt. Man hat also

1421 : 817 = 3269 : 1880″ (A C)
764048″ (A G)
C G = 762168″ = 211° 42′ 48″.

Die Zeit der Nachtgleiche selbst erhält man durch die Proportion

A B zu A C, wie B — A zur Zeit, da die Sonne von A bis C ging; d. i.

3269 : 1880 = 86634 : 49823″ (= 13 St. 50′ 23″);

und diese Zeit zum ersten Mittage in A addirt, gibt die Zeit der Nachtgleiche um 1 Uhr 53′ 47″ nach der Mitternacht des ersten Tages. Um diese Zeit war also die Rektaszension des Sterns 211° 42′ 48″, und seine östliche Entfernung vom Herbstpunkt 31° 42′ 48″: woraus man die Rektaszension aller übrigen Sterne findet, wenn man sie mit diesem Stern (dem Arktur) auf die oben (§. 46.) erklärte Art vergleicht.

Andre Methoden.

§. 64. Diese Methode kann zugleich zur Bestimmung der Schiefe der Ekliptik dienen. Da man nämlich in dem bey A rechtwinklichten sphärischen Dreyeck A C S, die Seite A S durch die unmittelbare Beobachtung, und C A durch die eben entwickelte Rechnung kennt, so gibt die Trigonometrie (§. 15. n. 17.) den Winkel bey C oder die Schiefe der Ekliptik. Kennt man aber diese schon durch die oben (§. 60. 61.) erklärten Methoden, und beobachtet die Abweichung der Sonne T B entweder durch ihre Mittagshöhe, wenn die Polhöhe des Orts bekannt ist, oder durch ihre Vergleichung mit einem Stern F, der mit ihr fast in demselben Parallel liegt (§. 46.), so hat man im Dreyeck B C T den Winkel bey C

und die Seite T B, woraus man die Rektaszension der Sonne C B berechnet, welche zu dem Bogen B G, oder dem Unterschiede der Rektaszension des Sterns und der Sonne (§. 46.) addirt, die Rektaszension C G des Sterns gibt. Die vorzüglichste Methode, die Aequinoktialpunkte, oder welches einerley ist, die Rektaszension der Sterne zu bestimmen, ist diejenige, wodurch, wie wir bald sehen werden (§. 70.), die Rektaszension der Sonne gefunden wird.

Zurückweichen der Aequinoktialpunkte, Vorrücken der Nachtgleichen,

§. 65. Durch diese Methode in den Stand gesetzt, die beyden Haupt-Elemente der Sonnen-Bahn auf das genaueste zu bestimmen, konnte man nun die wichtige Frage entscheiden, ob sich ihre Lage ändere, ob die Ekliptik sich verrücke, oder nicht. Die oben beschriebenen Erfahrungen (§. 50—53.), daß die Sterne nach Verlauf eines Jahrs wieder dieselbe Lage gegen die Sonne zu haben scheinen, beweisen, daß eine solche Veränderung der Sonnen-Bahn wenigstens sehr geringe seyn müsse, daß sie von Jahr zu Jahr kaum merklich sey, und nur durch die Vergleichung weit entfernter Beobachtungen entdeckt werden könne. Indeß hatte man doch schon vor 2000 Jahren die Verrückung des einen Elements der Sonnen-Bahn, nämlich der Aequinoktialpunkte, entdeckt; und nun war nichts leichter, als durch fortgesetzte Aufmerksamkeit, und mit Hülfe der genaueren Beobachtungen der neueren Astronomen, diese Sache zur Gewißheit zu bringen. Hipparch fand 128 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, durch die Vergleichung seiner Beobachtungen mit den 160 Jahre vorher von Aristarch und Timochares gemachten, daß die vom Frühlingspunkt gerechnete Länge aller Sterne um ungefähr 2 Grade zugenommen hatte. Ptolemäus stellte 265 Jahre nachher dieselbe Vergleichung an, und fand, daß die Länge der Sterne in diesem Zeitraum wieder um 2° 40′ zugenommen hatte: woraus er schloß, daß sie in 100 Jahren um einen Grad zunehme. Ueberhaupt war diese, wiewol äußerst langsame Be-

wegung der Sonnenbahn oder der Sterne, schon den älte-sten Völkern bekannt: und dies ist begreiflich durch die Art, wie sie den Sonnenlauf beobachteten. Sie fanden den Tag der Nachtgleiche, durch den Auf- und Untergang der Sonne im wahren Ost- und West-Punkt des Horizonts, oder durch die der Aequator-Höhe gleiche Mittagshöhe der Sonne, und bezeichneten diesen Tag durch einen Stern, der an dem nämlichen Tage zuerst vor Sonnen-Aufgang sichtbar ward, durch seinen ortus heliacus (§. 52.). Wenige Jahre reichten nun hin, ihnen zu zeigen, daß dieser Stern nicht mehr am Tage der Nachtgleiche, sondern einen oder mehrere Tage nachher, sich aus den Sonnenstrahlen entwickelte; daß also die Sonne schon zum Aequinoktialpunkt zurück gekommen war, ehr sie dieselbe Entfernung von dem Sterne wider erreicht, oder einen Umlauf unter den Sternen gemacht hatte: daß folglich die Aequinoktialpunkte nach Westen, oder die Sterne nach Osten gerückt waren, und in beyden Fällen die Länge der Sterne zugenommen hatte. Die Alten erklärten diese Erscheinung durch eine wirkliche Bewegung der Sterne: da aber die Lage der Sterne gegen einander durch diese Bewegung, so wenig wie durch die jährliche Bewegung der Sonne, geändert wird, so wird man aus eben dem Grunde (§. 51.) der natürlicheren und einfacheren Erklärung den Vorzug geben, daß die Aequinoktialpunkte nach Westen, also der Sonne, die in ihrer jährlichen Bahn von Westen nach Osten geht, entgegen rücken. Diese Bewegung hat die natürliche Folge, 1) daß die Sonne ehr denselben Aequinoktialpunkt, der ihr entgegen rückt, als denselben Stern, der seinen Ort an der Sphäre nicht geändert hat, erreicht, daß ihr Umlauf gegen die Aequinoktialpunkte nicht so lange dauert, als ein Umlauf unter den Sternen oder an der Sphäre; 2) daß die Länge und Rektaszension aller Sterne, da sie von Westen nach Osten gezählt wird, beständig zunimt, weil der Anfangs-Punkt nach Westen zurückweicht. Aus diesem Grunde nennt man

diese Bewegung das Zurückweichen der Aequinoktialpunkte oder das Vorrücken der Nachtgleichen (*précession des équinoxes*), weil in der That die Nachtgleichen und übrigen Jahreszeiten früher einfallen, als sie thun würden, wenn diese Bewegung nicht statt fände. Diese Bewegung haben alle folgenden Beobachtungen auf das vollkommenste bestätigt, und die neuesten Untersuchungen kommen in dem Resultat überein, daß die Aequinoktialpunkte sich längs der Ekliptik rückwärts, oder von Osten nach Westen, jährlich um $50\frac{1}{10}$ Sekunden eines Grades bewegen, also in 100 Jahren um $1° 23\frac{1}{2}'$, in 1000 Jahren um 13° 55′, und seit Hipparchs Zeit um beynahe 30 Grade.

§. 66. Eine Bewegung der Aequinoktialpunkte, oder der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, kann nicht statt finden, ohne daß entweder der Aequator oder die Ekliptik oder beyde Ebnen sich bewegen; und es ist von der äußersten Wichtigkeit, zu untersuchen, welche von diesen Bewegungen die wahre sey: denn man sieht leicht, daß jede derselben eine verschiedene Aendrung in der Lage der Sterne gegen den Aequator und die Ekliptik zur Folge haben werde. Diese Untersuchung läst sich auf folgende Art anstellen. Es sey (27. Fig.) A R der Aequator, E L die Ekliptik, P, Q, ihre Nord-Pole, C der Frühlings-Punkt. Wenn nun die Ekliptik ihre Lage änderte, so müste auch ihre Axe, die immer auf ihr senkrecht steht, folglich auch ihr Pol Q, eine andre Lage erhalten: wir wollen annehmen, er sey von Q nach *q* gerückt, und Q*q* sey 5°. Indem der Pol Q sich bewegt, ändert er seine Entfernung von allen Sternen, oder die Sterne erhalten eine andre Entfernung von ihm, also auch von der Ekliptik, d. h. sie ändern ihre Breite. War z. B. ein Stern *s* um 8° vom Pol Q, also von der Ekliptik um 82° entfernt, so ist jetzt seine Entfernung vom Pol *q* nur noch 3°, und seine Breite 87°. Da nun alle Beobachtungen beweisen, daß durch das Zurückweichen der Aequinoktial-

ist eine Bewegung des Aequators.

27. Figur.

punkte, wol die Abweichung der Sterne, nicht aber ihre Breite geändert werde, so muß man schließen, daß die Ekliptik sich nicht bewege. Zu demselben Resultat gelangt man durch folgende Schlüsse. Wenn der Pol der Ekliptik sich von Q nach *q* bewegt, so müssen die Sterne ihre Länge auf sehr verschiedene Art ändern: der Stern *s* z. B. bleibt in demselben Breitenkreise Q *s* C oder *q s* C, ändert also seine Länge gar nicht; der Stern *t* aber, der vorher mit dem Stern *s* in demselben Breitenkreise Q *t s* C lag, also mit ihm gleiche Länge hatte, liegt jetzt auf der entgegengesetzten Seite des Pols *q*; seine Länge hat sich also um 180° geändert. Die Beobachtungen beweisen aber, daß alle Sterne ihre Länge um gleich viel, nämlich in jedem Jahr um 50″ ändern. Man ist daher gezwungen, eine Bewegung des Aequators anzunehmen, die so beschaffen seyn muß, daß er aus der Lage A C R in die Lage *a c r* kömmt, so daß sein Durchschnittspunkt mit der Ekliptik C jährlich um einen Bogen C *c* von 50″ zurückweicht. Nimt man nun auf der Ekliptik einen Bogen *c l* von 90°, so ist jetzt *l* der Solstitialpunkt, und Q *l* der Solstitial-Kolur (§. 57.), der also durch den jetzigen Ort des Welt-Pols *p* gehen muß. Da ferner die Schiefe der Ekliptik Q P (§. 57.) durch das Zurückweichen der Aequinoktialpunkte, den Beobachtungen zufolge, keine Aendrung leidet, so ist Q *p* = Q P: und hieraus folgt, daß das Vorrücken der Nachtgleichen in einer rückgängigen Bewegung des Welt-Pols P besteht, vermöge welcher er um den Pol der Ekliptik Q, als um den Mittelpunkt, einen Kreis, dessen Halbmesser Q P der Schiefe der Ekliptik gleich ist, und in diesem Kreise jährlich einen Bogen P *p* oder einen Winkel P Q *p* = I *l* von $50\frac{1}{10}$″ beschreibt. Es versteht sich, daß zugleich der südliche Welt-Pol S um den Süd-Pol der Ekliptik T einen ähnlichen Kreis S V beschreibt, so daß beyde, P, S, immer in demselben Durchmesser P S oder *p* V liegen.

§. 67. Auch das andre Element der Sonnenbahn, der Winkel den sie mit dem Aeqvator macht, ist einer Veränderung unterworfen, die aber offenbar mit jener Bewegung der Aeqvinoktialpunkte nicht zusammen hängt, weil sie andern Gesetzen folgt, und weit langsamer ist: daher sie den Alten ganz unbekannt war, und nur durch die feineren Beobachtungen der neueren Astronomie entdeckt ist. So wenig man sich indeß auf die Genauigkeit der älteren Beobachtungen, besonders hier wo es auf wenige Minuten ankömmt, verlassen kann, so konnte es doch nicht dem Zufalle oder den Beobachtungs-Fehlern allein zugeschrieben werden, daß von den ältesten bis auf die jetzigen Zeiten, alle Beobachtungen die Schiefe der Ekliptik von Jahrhundert zu Jahrhundert kleiner gaben: und man war gezwungen, so wenig man auch die Ursache davon einsah, eine fortwährende Abnahme dieses Winkels anzunehmen. Vor 2000 Jahren beobachteten die Alexandrinischen Griechen und die Chinesen, die Schiefe der Ekliptik von 23° 51′ und 23° 46′; die Araber bestimmten sie im 9ten Jahrhundert zu 23° 35′, im 12ten Jahrhundert zu 23° 34′, und im 15ten zu 23° 32′; die Europäischen Astronomen des 15ten und 16ten Jahrhunderts zu 23° 30′, des 17ten zu 23° 29′, in der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts zu 23° 28½′, und die jetzige Schiefe zu 23° 28′. Diese Beobachtungen beweisen nicht allein offenbar, daß die Schiefe beständig abgenommen hat, so lange der Himmel beobachtet ist; sondern sie stimmen auch ziemlich in dem Resultat überein, daß diese Abnahme in 100 Jahren etwas weniger als 1′ beträgt. Die Genauigkeit der neuesten Beobachtungs-Werkzeuge und Methoden läst ein sichereres Resultat erwarten, wenn man bloß die seit etwa 60 Jahren gemachten Beobachtungen mit einander vergleicht: und diese Vergleichung gibt das Resultat, daß die Schiefe der Ekliptik jezt 23° 28′ ist, und in 100 Jahren um 40″ abnimt.

Abnahme der Schiefe der Ekliptik

ist eine Bewegung der Ekliptik.

§. 68. Diese Abnahme läst sich auf zweyerley Art erklären: entweder durch eine Bewegung der Ekliptik, die sich

27. Figur. um C dreht (27. Fig.) und dem Aequator nähert, so daß der Solstitialpunkt L nach N rückt; oder durch eine ähnliche Bewegung des Aequators, wodurch der Punkt R nach M geht. Im letztern Falle würde die Abweichung aller Sterne ab- oder zunehmen; die Breite aber würde ungeändert bleiben. Des Sterns F Abweichung F R würde sich in F M verwandeln, oder um M R abnehmen, indeß seine Breite L F ungeändert bliebe; des Sterns G Abweichung R G aber würde um R M zunehmen. Allein die Beobachtungen zeigen gerade das Gegentheil: die Abweichung der Sterne wird durch diese Abnahme der Schiefe nicht geändert, sondern leidet nur genau die Aendrung, die aus dem Zurückweichen der Aequinoktinalpunkte (§. 66.) folgt; die Breite hingegen ändert sich so, wie es eine wirkliche Bewegung der Ekliptik mit sich bringt: und zwar nimt die Breite L F der nördlichen Sterne F zu, die südliche Breite L G aber nimt ab. Hieraus folgt augenscheinlich, daß sich die Ekliptik C L um C von L nach N dreht; wodurch die Schiefe L R um L N abnimt. Da nun der Pol Q immer 90° von der Ekliptik entfernt bleibt, so muß Q nach O um einen Bogen, der L N gleich ist, rücken, damit O N sowol als Q L ein Quadrant sey. Die Abnahme der Schiefe der Ekliptik besteht also in einer Bewegung der Pole der Ekliptik, vermöge der sie im Solstitial-Kolur Q P L gerade auf die Welt-Pole zurücken, und sich ihnen in 100 Jahren um 40″ nähern.

Drittes Kapitel.

Lage der Sonne gegen den Aeqvator.

§. 69. Nachdem durch die Lage der Aeqvinoktialpunkte und die Schiefe der Ekliptik, verbunden mit den Aendrungen dieser beyden Elemente, die Ebne der Sonnenbahn für jede Zeit bestimmt ist, so ist man nunmehr im Stande, die Bewegung selbst zu untersuchen, die die Sonne in dieser Ebne hat; und zwar hier nur ihre scheinbare Bewegung, oder die Winkel die sie um die Erde beschreibt (§. 5.). Diese Bewegung ist vollkommen bekannt, wenn man für jeden Augenblick, den Ort der Sonne in der Ekliptik oder ihre Länge, und die Geschwindigkeit womit sie diesen scheinbaren Ort ändert, angeben kann: es war daher, da es sich bald zeigte, daß diese Geschwindigkeit sehr veränderlich ist, eine ununterbrochene Reihe vieljähriger Beobachtungen nöthig, um das Gesetz ausfindig zu machen, nach welchem die Sonne ihren Kreis in der Ekliptik Grad für Grad durchläuft. Da aber die Länge nicht unmittelbar beobachtet werden kann, so muß sie aus den Beobachtungen der Abweichung und Rektaszension hergeleitet werden. In dem sphärischen Dreyeck I K S (25. Fig.), wo S der Ort der Sonne, I K, I S, Bogen des Aeqvators und der Ekliptik sind, kennt man immer zwey Stücke, den rechten Winkel bey K, und die Schiefe der Ekliptik bey I: hat man also noch eins z. B. die Abweichung K S beobachtet, so findet man daraus durch trigonometrische Rechnung, die Rektaszension I K und die Länge I S. Wie die Abweichung der Weltkörper beobachtet werde, ist oben (§. 41. 46.) umständlich gezeigt: gewöhnlich wird die Sonne im Meridian beobachtet, weil man dadurch zugleich die Bestimmung des wahren Mittags und die Berichtigung der Uhren erhält. Die Mittagshöhe der Sonne, mit der Aeqvator-Höhe des Orts verglichen, gibt unmittelbar ihre Ab-

Bestimmung der Abweichung der Sonne,

25. Figur.

weichung (§. 41.). Läst man die Sonne genau auf dem Parallel-Faden des Netzes hinstreichen, und ändert die Lage des Fernrohrs nicht, bis am Abend irgend ein bekannter Stern durch dasselbe geht, so gibt die Vergleichung der Zeiten, da der Stern durch die schiefen und durch den Stunden-Faden ging, mit der Zeit da die Sonne den Stunden-Faden berührte, den Unterschied der Abweichung und Rektaszension der Sonne und des Sterns (§. 46.), woraus man also Abweichung und Rektaszension der Sonne zugleich erhält. Man wird sich hiebey erinnern, daß die am Rande der Sonne gemachten Beobachtungen auf ihren Mittelpunkt reduzirt werden müssen (§. 59.).

und ihrer Rektaszension.

§. 70. Folgende Methode, die Rektaszension der Sonne unmittelbar zu beobachten, verdient, wegen ihres ausgebreiteten Nutzens, vor allen übrigen den Vorzug. Sie besteht darin, die Sonne an zwey Tagen des Jahrs, vor und nach dem Solstitz, da sie gleiche Abweichung hatte, mit demselben Sterne, vermittelst des Netzes zu vergleichen: und man erhält dadurch nicht allein beyde Rektaszensionen der Sonne, sondern auch die Rektaszension des Sterns, also die Lage der Aequinoktialpunkte, und sogar die Zeit der Nachtgleiche, also die Länge des Jahrs. Es sey (28. Fig.) A I C A der Aeqvator, A B C H A die Ekliptik, A der Frühlings-, C der Herbst-Punkt, B das Sommer-, H das Winter-Solstitz, S, T, zwey Oerter der Sonne, in denen man sie mit einem Stern F verglichen hat, dessen Abweichung F G so wenig von der Abweichung der Sonne, S D, T E, verschieden ist, daß er an beyden Abenden durch das Feld des unverrückten Fernrohrs geht, durch dessen Mittelpunkt die Sonne am Mittage gegangen war. Die Vergleichung mit dem Sterne gibt, vermittelst der Uhr (§. 46.), sowol den Unterschied der Rektaszension als der Abweichung des Sterns und der Sonne. Da nun beyde Rektaszensionen der Sonne, A D, A E, und die des Sterns A G ist, so kennt man aus

28. Figur.

dem ersten Unterschiede die Bogen D G, E G, folglich auch D E. War nun auch die Abweichung der Sonne beydemal um gleiche Größe von der des Sterns verschieden, also S D = T E, so sind die Dreyecke A D S, C E T, gleich, weil die Winkel bey D, E, rechte Winkel, und die Winkel bey A, C, der Schiefe der Ekliptik gleich sind: es muß also A D = C E, folglich auch D I = E I seyn, weil A I und C I Quadranten sind. Dies gibt D I = $\frac{1}{2}$ D E, und man erhält die Rektaszension der Sonne A D, wenn man D I von 90° abzieht, wozu der Unterschied der Rektaszension des Sterns und der Sonne (D G) addirt, die Rektaszension des Sterns A G gibt: die zweyte Rektaszension der Sonne (A E) erhält man, wenn man E I oder D I zu 90° addirt.

Da es sich aber selten treffen wird, daß die Abweichungen der Sonne in beyden Mittagen (S D und T E) genau gleich sind, so setze man, die Sonne sey das erste Mal in *s* beobachtet, *s d* ein Abweichungskreis, und S *r* T der Parallel durch T, also S D = T E, und A D = C E, D I = E I = $\frac{1}{2}$ D E, wie vorhin. Hat man nun die Sonne in *s* und T, im erstern Ort aber zwey Tage nach einander, mit dem Stern F verglichen, so kennt man nicht allein den Unterschied der Abweichung und Rektaszension in *s* und T, also die Bogen *s r* und *d* E, sondern auch die tägliche Aendrung der Abweichung und Rektaszension der Sonne in *s*: und es verhält sich die erstre zur letztern, wie der Bogen *s r* zum Bogen S *r*, oder zur Aendrung der Rektaszension der Sonne in der Zeit, da sich ihre Abweichung um *s r* änderte. Wenn man nun diesen Bogen S *r* oder D *d*, zu dem aus der Beobachtung bekannten Unterschiede beyder Rektaszensionen (*d* E) addirt, oder im Fall *s d* kleiner als T E war, ihn davon subtrahirt, so erhält man D E, also auch die Hälfte davon D I oder E I, womit man weiter wie vorhin verfährt.

Da endlich, wegen des Zurückweichens der Aequinoktialpunkte A und C, in der Zeit zwischen beyden Beobachtungen,

die Rektaszension des Sterns um eine Größe G g zugenommen hat, die man aus den Tafeln findet, so muß man, da hier die Lage der Aeqvinoktialpunkte als unveränderlich angesehen wird, sich vorstellen, daß der Stern in der Zwischenzeit von G nach g gegangen sey. Man kennt also aus der ersten und zweyten Beobachtung, die Unterschiede der Rektaszension *d* G und E *g*: addirt man zu *d* G den eben berechneten Bogen D *d* und den Bogen G *g*, so erhält man D *g*, also D E = D *g* — E *g*, wovon die Hälfte D I = E I, wie vorhin, die Rektaszension der Sonne und des Sterns gibt.

Beyspiel. §. 71. Ein Beyspiel wird diese Methode deutlich machen. Im Jahr 1802. ward die Sonne, einige Wochen nach dem Anfange des Frühlings und vor dem Anfange des Herbstes, mit dem Stern α in der Schlange verglichen, und man fand, vermittelst des Netzes und der Uhr, folgende Unterschiede in der Abweichung und Rektaszension.

	Der Stern war	
	nördlicher als die Sonne	östlicher als die Sonne
Am 7 April	24′. 23″.	218°. 2′. 49″.
— 8 April	1. 50.	217. 8. 0. = *d* G.
— 5 Septemb.	2. 9.	70. 7. 24. = E *g*.

Es war also am 8 April die nordliche Abweichung der Sonne (*s d*) größer als die Abweichung am 5 September (T E) um 19″ = *s r*. Die tägliche Aendrung der Abweichung war am 8 April = 24′ 23″ — 1′ 50″ = 22′ 33″ = 1353″, und die tägliche Aendrung der Rektaszension = 218° 2′ 49″ — 217° 8′ = 54′ 49″ = 3289″. Dies gibt die Proportion 1353 : 3289 = 19″ : 46″, welches der Bogen *S r* oder D *d* ist. Da man nun in den Tafeln findet, daß des Sterns Rektaszension jährlich um 44″, also vom 8 April bis zum 5 September um 18″ zunimt, so ist der Bogen G *g* = 18″. Man hat also *d* G + D *d* + G *g* 217° 8′ + 46″ + 18″, d. i. D *g* = 217° 9′ 4″, wovon

$Eg = 70° 7' 24''$ subtrahirt, den Bogen $DE = 147° 1' 40''$ gibt, dessen Hälfte $73° 30' 50''$ der Bogen $DI = EI$ ist. Es wird demnach $90° + EI = 163° 30' 50''$ die Rektaszension der Sonne AE am wahren Mittage des 5 Septembers; ferner $AD = 90° - DI = 16° 29' 10''$, und $AD + Dd = 16° 29' 56''$ die Rektaszension der Sonne Ad den 8 April Mittags; endlich $Ad + dG = 233° 37' 56''$ die Rektaszension des Sterns AG am 8 April.

Zeit der Nachtgleiche.

§. 72. Um die Zeit der Nachtgleiche zu finden, muß man die Sonne mit demselben Sterne, dessen Rektaszension nun schon bekannt ist, an dem Tage der Nachtgleiche und dem darauf folgenden vergleichen, so daß die Nachtgleiche zwischen beyde Mittage fällt: woraus man den Unterschied der Rektaszension an beyden Mittagen, folglich auch die tägliche Aendrung erhält. Alsdenn findet man, durch eine einfache Regel de tri, die Zeit, in der sich die Rektaszension der Sonne so weit geändert hat, daß sie Null oder 180° geworden ist. Im vorigen Beyspiele war die Rektaszension des Sterns am 8 April $= 233° 37' 56''$, und nimt bis zum 23 September um 20'' zu: also war am 23 September $Ag = 233° 38' 16''$ und $Cg = 53° 38' 16''$. An diesem Tage des Mittags ist der Unterschied zwischen der Rektaszension des Sterns und der Sonne $Eg = 53° 56' 20''$, und am folgenden Mittage $Kg = 53° 2' 21''$ beobachtet: es war also $EC = Eg - Cg = 18' 4'' = 1084''$, und von einem Mittage bis zum andern, oder in 24 Stunden (86400 Sek.) hat die Rektaszension der Sonne um $EK = Eg - Kg = 53' 59'' = 3239''$ zugenommen. Da sich nun die Zeiten, in denen die Sonne die Bogen EK, EC, durchläuft, wie diese Bogen verhalten, so ergibt sich die Proportion:

$$3239 : 1084 = 86400 \text{ Sek.} : 28916 \text{ Sek.};$$

folglich ist die Zeit, in der die Sonne von E bis C geht, d. i. vom Mittage des 23 Septembers bis zur Herbst-Nachtgleiche $= 28916$ Sek. $= 8$ St. 1 Min. 56 Sek. oder die Herbst-

Nachtgleiche fiel ein den 23 September Abends um 8 Uhr 1 Min. 56 Sek.

Der große Vorzug dieser Methode besteht darin, daß sie durch eine sehr einfache Rechnung mehrere wichtige Resultate zugleich gibt, daß man dabey weder die Schiefe der Ekliptik, noch die Polhöhe des Orts, noch die Abweichung des Sterns oder der Sonne, zu kennen braucht, und daß man die Korrektionen nicht nöthig hat, die bey jeder wirklich gemessenen Höhe angebracht werden müssen.

Viertes Kapitel.

Von den Fixsternen.

Einleitung.

§. 73. Da wir nun gesehen haben, wie nicht allein die Lage der Ekliptik, sondern auch die Lage der Sterne gegen dieselbe und gegen den Aequator bestimmt wird, so können wir jetzt diese Weltkörper näher betrachten, die dem Astronomen als unverrückte Gränz-Steine, wodurch er die Bahnen herumirrender Himmelskörper bestimmt, dem Geographen als Signale, wonach er die Karte der Erde am Himmel aufnimt, dem Seefahrer als Lichter, die ihm auf den dunkeln Pfaden des Meeres leuchten, wichtig sind; die dem Jäger, dem Hirten, dem Wanderer, zur Uhr, dem Landmanne zum Kalender dienen; in denen der Historiker manche wichtige Begebenheit der ältesten griechischen Geschichte, der Dichter die reizende griechische Mythologie und den Stoff wider findet, der die Tragiker der Griechen zu ihren rührenden und erhabenen Klagetönen begeisterte; die endlich jedem Menschen von Gefühl Ehrfurcht für den Urheber des Universums einflößen, seinen Geist über diese

Erde erheben, und ihn eine Bestimmung zu ewiger Dauer ahnen lassen.

Die idealischen Gruppen der Gestirne sind eine Art von Pantheon, in welchem die Völker des Alterthums ihre Ideen und ihre Beschäftigungen, ihre Kenntnisse und ihren Aberglauben, ihre Thaten und Schicksale, ihre Geschichte und Fabel, verewigt, und den edeln und tapfern Männern, den Göttern und Heroen ihrer Vorzeit, Denkmäler der Dankbarkeit gestiftet haben. Die neuern Astronomen sind diesem Beyspiele gefolgt, und haben die großen Männer und die erhabenen Erfindungen ihrer Zeit, unter den fabelhaften Wesen und den unvollkommenen Kenntnissen der Vorwelt aufgestellt. Neben Cepheus Zepter strahlen die Trophäen Friedrichs des Einzigen; neben dem schönen Antinous zeigt sich mit bescheidenem Glanze das Schild des tapfern Johann Sobieski; Karl Stuart's romantische Schikfale sind mit den Abentheuern der Argonauten vereinigt; und die Nachwelt wird vielleicht einst manche auf der Erde verloren gegangene Erfindung unserer Zeit am Himmel wider finden. Neben dem Opfer-Altar steht das Teleskop, neben dem Raben und Becher Apoll's der Sextant, neben Sirius, dem Beschützer des Egyptischen Ackerbaus, die nützlichste der neuern Erfindungen, die Buchdruckerey: zwischen der Pendel-Uhr, dem Faden-Mikrometer, und dem chemischen Ofen, fließt Eridanus; unter dem Steinbock steigt ein Luft-Ball auf; und dem Centaur folgen die Luft-Pumpe und der Kompaß.

Die neuern Gestirne.

§. 74. Die Alten kannten nur die Sterne, die sich in der nordlichen gemäßigten Zone über den Horizont erheben: die Gestirne um den Süd-Pol konnten nur in neueren Zeiten durch die Reisen bekannt werden, die unsre Seefahrer in der südlichen Hälfte der Erdkugel machten, und sind es besonders durch die Beobachtungen, die die Astronomen Halley und La Caille auf der Insel St. Helen's und dem Vorgebürge der guten Hoffnung angestellt haben. Die südlichen Gestirne, so wie ver-

schiedene Gruppen kleiner Sterne in der nordlichen Hemisphäre, die der Aufmerksamkeit der Alten entgangen waren, haben daher ihre Gestalt und Benennung der neuern Sternkunde zu verdanken. Hieher gehören

I. in der südlichen Hemisphäre folgende Gestirne:

Der Phönix, die amerikanische Gans (Tukan), die männliche Wasserschlange (*Hydrus*), der Schwertfisch, der fliegende Fisch, das Chamäleon, die Biene, der Paradies-Vogel, das südliche Dreyeck, der Pfau, der Indianer, der Kranich, welche zur Zeit der Entdeckung von Amerika von den damaligen Seefahrern entdeckt sind; die Eiche Karls II, von Halley, die kleine und große Wolke, die Taube, und das Kreutz, von Royer; das Sobieskische Schild, von Hevel, und der brandenburgische Zepter, von Kirch, vor ungefähr 120 Jahren formirt; die Bildhauer-Werkstatt, der chemische Ofen, die Pendel-Uhr, das Rhomboidal-Netz, die Grabstichel, der Tafel-Berg, die Maler-Staffeley, der Kompaß, die Luft-Pumpe, der Zirkel, das Lineal und Winkelmaaß, das Teleskop, der Spiegel-Oktant, das Mikroskop, von La Caille vor 50 Jahren formirt; der Einsiedler-Vogel, von Le Monnier, die Buchdrucker-Presse, die Elektrisir-Maschine, und die Log-Linie, von Bode, die Georgs-Harfe vom Abt Hell, der Luft-Ball und die Katze, von La Lande;

II. in der nordlichen Hemisphäre:

Das kleine Dreyeck, der Kamelopard, das Einhorn, der Luchs, der kleine Löwe, der Sextant, die Jagdhunde, Cerberus, und der Fuchs, von Hevel; der Poniatofskische Stier, von Poczobut; das Rennthier, von Le Monnier; der Erndte-Hüter (*Messier*), und der Mauer-Quadrant, von La Lande.

Die ältern Gestirne.

§. 75. Die Sterne, die in den ältesten Zeiten der Astronomie bereits in Gruppen formirt waren, hat Ptolemäus, der berühmte Vorsteher des Alexandrinischen Museums, im

2ten Jahrhundert vollständig gesammelt *. Sein Verzeichniß enthält 1022 beobachtete Sterne, worunter sich 15 von der ersten, 45 von der zweyten, 208 von der dritten, 474 von der vierten, 217 von der fünften, 49 von der sechsten, 9 noch kleinere, die Ptolemäus dunkle Sterne nennt, und 5 Nebelsterne befinden: er zeigt daselbst **, wie man die Sterne durch Verbindung gerader Linien erkennen kann. Dieses Verzeichniß ist in drey Abtheilungen getheilt, nämlich die 12 Gestirne, durch welche die Ekliptik geht, oder der Thierkreis, 21 nordliche, und 15 südliche Gestirne.

Die nordlichen sind: der kleine und große Bär (der Wagen), der Drache, Cepheus, der Boothes (Ochsentreiber) ***, die nordliche Krone, der Knieende (Herkules), die Leyer, der Vogel (Schwan), Kassiopeja, Perseus, der Fuhrmann, der Schlangenträger (Ophiuchus) ****, die Schlange, der Pfeil, der Adler, der Delphin, das Füllen (kleine Pferd), das Pferd (Pegasus), Andromeda, der Triangel. Zu diesen 21 nordlichen Gestirnen der Alten kommen noch Antinous und das Haar der Berenize, die Ptolemäus zwar nicht als besondere Gestirne aufführt, aber doch ausdrücklich erwähnt, als die unförmlichen Sterne bey dem Adler und dem Löwen.

Die 15 südlichen Gestirne sind: der Wallfisch, Orion, der Fluß (Eridanus), der Hase, der Hund (große Hund), Prozyon (der kleine Hund), Argos (das Schiff der Argonauten), die Hydra (Wasserschlange), der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone, der südliche Fisch. Außerdem werden die nahe bey

---

* *Almagest.* Lib. VII.

** *cap.* I.

*** βῦς, der Ochse; ὠθέω, treiben.

**** ὄφις, die Schlange; ἔχειν, haben, halten.

einem Gestirne befindlichen Sterne, die sich nicht bequem in dieses Sternbild bringen ließen, besonders in der Gegend des Hundes, der Hydra, und des südlichen Fisches, als unförmliche oder sporadische (zerstreute) *, zu diesen Gestirnen gerechnet; und die Neuern haben daraus mehrentheils eigene Sternbilder formirt.

Die Gestirne der Ekliptik haben bey Ptolemäus, mit Ausnahme der Wage, dieselben Benennungen, unter denen sie jetzt allgemein bekannt sind, nämlich: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Scheeren (des Skorpions, jetzt die Wage), der Skorpion, der Schütze, der Steinbock, der Wassermann, die Fische.

Die Alten kannten also 50 Gestirne, zu welchen die Neuern noch 53 gesetzt haben, so daß die Anzahl aller Sternbilder sich auf 103 beläuft.

Die griechischen Sternbilder.

§. 76. Die Benennungen der nordlichen und südlichen Gestirne des Ptolemäus sind offenbar griechischen Ursprungs; allein die Formirung der Sternbilder selbst gehört in die ältesten Zeiten der Sternkunde, und man kann die Spuren ihres Ursprungs nur bey den Chaldäern oder den Egyptiern suchen, die den Himmel beobachteten, ehr die Griechen ein Volk waren. Die Gestirne der Ekliptik, die mit dem Laufe der Sonne und den Jahreszeiten auf das genaueste zusammen hängen, ließen die Griechen ungeändert, wie sie sie aus Egypten mit dem Sonnen-Jahre zugleich erhielten; allein bey den übrigen Gestirnen ließen sie ihrer warmen Phantasie den Zügel, und travestirten sie in griechisches Gewand, oder zeichneten nach eigener Erfindung neue Sternbilder. Einigen von ihnen sieht man es deutlich an, daß sie aus der Art entstanden, wie die Alten die Lage der Sterne durch eine Verbindung von geraden

---

* σπείρειν, säen.

Linien bestimmten, die durch die Sterne gezogen wurden, und so, in eine Karte gezeichnet, zugleich der Gruppe nach ihrer natürlichen Gestalt den Namen gaben. Hieher gehören der Wagen, die nordliche und südliche Krone, das Dreyeck, der knieende Riese oder Herkules. Andre beziehen sich offenbar auf den Zug der Argonauten, zu dessen Zeit wahrscheinlich die meisten griechischen Sternbilder ihre Namen erhielten, als: das Schiff Argos; die Helden dieses Zuges, Aeskulap (der Schlangenträger) mit seinem Attribut der Schlange, Herkules mit seinem Pfeile, und dem von ihm getödteten Drachen, der die Gärten der Hesperiden bewachte, der Centaur Chiron neben dem Altar, auf dem er den erlegten Wolf opfert. Noch andre gehören in die ältere griechische Mythologie, und können keinem Leser des Ovid unbekannt seyn. Kallisto, eine Nymphe der Diana, die von der eifersüchtigen Juno in eine Bärin verwandelt, und nebst ihrem Sohn Arkas (dem Bärenhüter Boothes) von dem dankbaren Jupiter unter die Sterne versetzt wird *. Perseus mit dem Medusen-Kopfe, aus dessen Blute der geflügelte Pegasus entsteht, der Andromeda, die Tochter des Cepheus und der Kassiopeja, vom Rachen des Wallfisches befreyt **; der tollkühne Phaeton, der in den Eridanus stürzt ***; die Hydra, die den von Apollo gesandten Raben hindert, Wasser mit dem Becher zu schöpfen; der Adler Jupiters, der den Ganymed (Antinous) entführt; die Leyer Apolls; der Delphin Neptuns; der Schwan der Leda; der Jäger Orion mit seinem Hunde (Prozyon) und Hasen; Erichtonius, der Erfinder der Fuhrwerke (Fuhrmann) ꝛc. Einige endlich sind ausländisches Gewächs, auf griechischen Boden verpflanzt, wie Sirius, der Nil-Stern, der große

---

* *Ovid. Metamorph.* II. 6.

** *Ibid.* IV. 18. 19. *** *Ibid.* II. 1.

Hund, der für Egyptens Sicherheit wachend,' die nahe Ueberschwemmung verkündigt; und die syrische Göttin Derzetis in Fisch-Gestalt, der südliche Fisch *.

Gestirne der Ekliptik.

§. 77. Die Namen und Bilder der zwölf Gestirne, durch welche die Sonne ihren jährlichen Lauf verrichtet, sind eine der ehrwürdigsten Ruinen aus dem grauen Alterthum; und eben daher ist es unmöglich, ihre Bedeutung und ihren Ursprung mit einiger Gewißheit anzugeben. Darüber ist man jetzt wol einig, daß ihre Benennungen und Bezeichnungen sich auf Egypten beziehen; aber, ob auf das Klima oder den Aberglauben der Egyptier, ob auf ihre heiligen oder bürgerlichen Geschäfte, darüber läst sich so wenig etwas mit Gewißheit bestimmen, als über ihr Alter. Vielleicht sind sie nichts als die Hieroglyphen der Gottheiten, denen die zwölf Monate geheiligt waren; vielleicht bezeichneten sie die Witterung und die oekonomischen Arbeiten, die jedem Monate eigen waren, in dem entweder die Sonne in dieses oder jenes Zeichen trat, oder in dem dieses Zeichen zuerst nach Sonnen-Untergang am östlichen Horizont erschien. Da nun die Frühlings- und Herbst-Aequinoktial-Punkte in den Anfang des Widders und der Wage, die Sommer- und Winter-Solstitial-Punkte in den Anfang des Krebses und Steinbocks fielen, so bedeutete im erstern Falle, der Widder, der Stier, und die Zwillinge (ehemals zwey Ziegen), die drey Frühlings-Monate, in denen diese Thiere ihre Jungen werfen; der rückgängige Krebs bedeutete die zum Aequator zurückkehrende Sonne, die Wuth des Löwen die brennende Hitze des Julius; die Jungfrau mit Aehren in der Hand wäre das Emblem der Erndte, die Wage das Emblem der Gleichheit der Tage und Nächte; der giftige Skorpion weissagete die Krankheiten des Herbstes; der Schütze ladete im Dezember zur Jagd ein; der Steinbock wäre das

---

* *Ibid.* IV. 1.

Bild der wider nach Norden hinan klimmenden Sonne; der Wassermann verkündigte die traurige Regenzeit des Februars; und die Fische foderten am Ende des Winters zum Fischfange auf. Diese oekonomischen Bedeutungen treffen mit dem Egyptischen Klima besser zu, wenn man annimt, daß die Sternbilder des Thierkreises vor etwa 4000 Jahren in Egypten nach der Jahreszeit benannt wurden, in der jedes Gestirn zuerst des Abends sichtbar ward. Damals fielen, wegen des Zurückweichens der Aequinoktialpunkte (§. 65.), die Nachtgleichen noch in den Stier und den Skorpion, die Sonnenwenden in den Löwen und Wassermann: die Wage und der Widder erschienen des Abends zuerst im Anfange des Frühlings und Herbstes, der Steinbock und Krebs im Anfange des Sommers und Winters. Das Gestirn des Steinbocks erhielt also seinen Namen, weil nun, im Anfange des Sommers, die Sonne ihre gröste Höhe erstiegen hatte. Zu eben dieser Zeit verkündigte der helische Aufgang des Sirius die nahe Ueberschwemmung des Nils: die Gestirne, die sich zeigten, wenn das Wasser des Nils im Julius am höchsten stand, und wenn es im August wieder abnahm, erhielten die Namen Wassermann und Fische. Das folgende Gestirn des Widders zeigte an, daß im September das Land genug ausgetrocknet war, um die Schafe auf die Weide zu treiben. Der Stier bezeichnete den Oktober, die Zeit des Ackerbaus in Egypten. Die ersten Früchte der verjüngten Natur wurden durch zwey Ziegen oder Zwillinge vorgestellt. Der Krebs war das Bild der im Dezember zum Aequator oder zum Scheitel zurückkehrenden Sonne, von dem sie sich bisher entfernt hatte. Die zunehmende Hitze des Januars, oder die Farbe des reifenden Korns, deutete der die Mähne schüttelnde Löwe an. Die jungfräuliche Schnitterin war das Emblem der Erndte, die Wage der Tag- und Nachtgleiche, der Skorpion der im April herrschenden Krankheiten. Die fliegenden Stürme, die im May aus Süden wehen, wurden durch den Pfeil des Schützen angedeutet.

Zeichen des Thierkreises.

§. 78. Die Eintheilung der Sonnenbahn in zwölf Theile gab zugleich den zwölf Monaten des Jahres den Ursprung: der zwölfte Theil des Jahres, den die Sonne im Zeichen des Widders zubrachte, hieß der erste Frühlings-Monat, u. s. w. Allein diese zwölf Gestirne nehmen sehr ungleiche Bogen der Ekliptik ein; das Gestirn der Fische dehnt sich so weit aus, als der Steinbock und Wassermann, oder als der Widder und Stier: man muste also hiemit noch eine andre genauere Eintheilung der Sonnenbahn verbinden. In dieser Absicht theilte man die Ekliptik, vom Punkt der Frühlings-Nachtgleiche an, in zwölf gleiche Theile von 30°, und benannte jeden dieser Theile nach dem Gestirn, welches in denselben fiel, wenn gleich beyder Gränzen nicht zusammen trafen: und diese gleichen Bogen der Ekliptik wurden Zeichen, Zwölftheile (*signum*, *dodecatemorion*) * genannt, um sie von den Gestirnen oder Sternbildern gleiches Namens (*constellatio*, *asterismus*) ** zu unterscheiden. Durch das Zurückweichen der Aequinoktialpunkte (§. 65.), sind diese Punkte, die ehedem mit dem Anfange der Gestirne des Widders und der Wage zusammen fielen, jetzt um ein ganzes Zeichen oder 30° zurück, so daß sie in den Anfang der Fische und der Jungfrau fallen, die ersten Sterne des Widders und der Wage aber um 30° von den Aequinoktialpunkten entfernt sind. Zu dieser Bewegung von 30° gehört eine Zeit von 2150 Jahren (§. 65.), welches in das Zeitalter Alexanders fallen würde. Da aber damals die zwölf himmlischen Zeichen längst formirt waren, und die Chronologie uns nicht berechtigt, noch um einen ganzen oder halben Umlauf zurück zu gehn, so ist die Vermuthung nicht unwahrscheinlich, daß zuerst die Theilungs-Punkte der Ekliptik, oder

---

* δωδέκατος, der zwölfte; μόριον, der Theil.

** ἀστέρες, Sterne.

der Anfang jedes Zeichens in der Mitte des Gestirns angenommen ward, von dem es seinen Namen erhielt. Nach dieser Hypothese müste man also noch um 15° zurück gehn, welches eine Zeit von 1075 Jahren erfodert: so daß die himmlischen Zeichen ungefähr 1400 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, oder etwa 100 Jahre vor dem Argonauten-Zuge formirt wären. Die zwölf Gestirne erstrecken sich zu beyden Seiten der Ekliptik bis auf 10 Grade, in einigen Gegenden auch bis auf 20 Grade: sie erfüllen daher den ganzen Raum, den die Planeten am Himmel einnehmen. Alle Planeten-Bahnen schneiden nämlich die Sonnen-Bahn unter so kleinen Winkeln, daß sie sich nie um 9 Grade von der Ekliptik entfernen: man nennt daher den ganzen Streifen, oder die Zone, die die Ekliptik zu beyden Seiten in einer Entfernung von etwa 9° umgibt, den Thierkreis (*Zodiacus*) *, weil alle zwölf himmlische Zeichen von Thieren benannt sind **.

Die Grade der Ekliptik, oder die Längen der Weltkörper, werden durch das Zeichen des Thierkreises angegeben, in welchem ihr Breitenkreis die Ekliptik trifft (§. 56.): so ist z. B. die Länge eines Sterns im Gestirne des Widders 34° 26′ 30″, oder 1☉ 4° 26′ 30″ oder 4° 26′ 30″ im Stier. Da nämlich die Zeichen, wie die Grade, Minuten, Sekunden, nur gezählt werden, wenn sie voll sind, so gehören die 30 ersten Grade der Ekliptik, oder die Grade des Widders, zu ♈ Zeichen, die Grade des Stiers von 30° bis 60° zu 1☉, u. s. w. wie folgende Tabelle zeigt, welche die Bezeichnungen, nebst den teutschen, lateinischen, und französischen Benennungen der zwölf Zeichen des Thierkreises enthält.

---

* ζώδια, Thierchen.

** Die Wage hieß ehemals die Scheren des Skorpions (§. 75.).

O. ♈. Widder.	I. ♉. Stier.	II. ♊. Zwillinge.
Aries. Belier.	*Taurus.* Taureau.	*Gemini.* Gemeaux.
III. ♋. Krebs.	IV. ♌. Löwe.	V. ♍. Jungfrau.
Cancer. Ecreviſſe.	*Leo.* Lion.	*Virgo.* Vierge.
VI. ♎. Wage.	VII. ♏. Skorpion.	VIII. ♐. Schütze.
Libra. Balance.	*Scorpius.* Scorpion.	*Sagittarius.* Sagittaire (*Arcitenens*).
IX. ♑. Steinbock.		X. ♒. Wasſermann.
Capricornus. Capricorne. (*Caper*).		*Aquarius.* Verſeau. (*Amphora*).

XI. ♓. Fiſche.
Piſces. Poiſſons.

Der Anfang des Widders, oder O3 0° 0′ 0″, iſt alſo der Frühlingspunkt, in dem die Ekliptik den Aeqvator ſchneidet, und ſich nach Norden über ihn erhebt; der Anfang der Wage oder VI3 0° 0′ 0″ iſt der Herbſtpunkt, wo ſie unter den Aeqvator nach Süden herab ſinkt (§. 55.); der Anfang des Krebſes und des Steinbocks, III3 0° und IX3 0°, ſind die Sommer- und Winter-Solſtitialpunkte, wo die Ekliptik ihre gröſte nördliche und ſüdliche Entfernung (23° 28′) vom Aeqvator hat (§. 57.). Von IX3 0° bis III3 0° erhebt ſich alſo die Ekliptik von Süden nach Norden, und von III3 0° bis IX3 0° ſteigt ſie von Norden nach Süden herab: man nennt daher den Steinbock, Wasſermann, Fiſche, Widder, Stier, Zwillinge, die aufſteigenden, und die übrigen ſechs die abſteigenden Zeichen (*Signa aſcendentia* und *deſcendentia*).

Verſchiedene Größe der Sterne.

§. 79. Unter den Millionen von Sternen, die unſre Nächte verſchönern, gibt es vielleicht nicht zwey, die ſich an Glanz und Farbe vollkommen gleich ſind: man hat daher die Sterne, um ſie deſto ſicherer von einander zu unterſcheiden, nach ihrem größeren oder geringeren Glanze in verſchiedene Klaſſen oder Größen getheilt. Da hiebey alles auf das Urtheil des Auges ankömmt, ſo wird man ſich nicht wundern,

daß die Aſtronomen in dieſer Klaſſifikation nicht völlig übereinſtimmen; indeſſen ſind folgende zwölf einſtimmig für Sterne der erſten Größe anerkannt: 1) das Auge des Stiers, Aldebaran (*Palilicium*), 2) Kapella (die Ziege) im Fuhrmann, 3) Rigel im linken Fuße Orions, 4) Beteigueſe in der rechten Schulter Orions, 5) Sirius im Maule des großen Hundes, 6) das Löwen-Herz, Regulus, 7) Arkturus am linken Knie des Boothes, 8) das Skorpions-Herz, Antares, 9) Weza in der Leyer, 10) Fomahaut, das Maul des ſüdlichen Fiſches, 11) Kanopus am Steuerruder des Schifs, 12) Akarnar am ſüdlichen Ende des Eridanus: wovon die beyden letzten in Europa nicht aufgehen. Einige Aſtronomen rechnen auch folgende Sterne zur erſten Größe: 1) Kaſtor im einen Kopfe der Zwillinge, 2) Prozyon in der Hüfte des kleinen Hundes, 3) Alphard, das Herz der Waſſerſchlange, 4) Denebola im Schwanze des Löwen, 5) Spica, die Aehre der Jungfrau, 6) Athair im Adler, 7) Deneb im Schwanze des Schwans; unter denen Prozyon, Spica und Athair, die größten Anſprüche haben. Sirius und Kanopus übertreffen die übrigen Sterne an Glanz ſo ſehr, daß man vielleicht eine eigene Klaſſe daraus machen könnte: in der reinen Luft der Südländer ſieht man dieſe beyden Sterne am Tage. Man hat auf dieſe Art die Sterne bis zur neunten Größe eingetheilt; aber ſchon die Sterne der ſiebenten Größe ſind äußerſt ſchwer mit bloßen Augen zu erkennen, und die noch kleineren laſſen ſich nur durch Fernröhre bemerken, und heißen daher teleſkopiſche Sterne.

Dieſe verſchiedene Größe iſt nur ſcheinbar, und eine Folge des ſtärkeren oder ſchwächeren Glanzes der Sterne, der wahrſcheinlich theils von ihren verſchiedenen Entfernungen, theils von einer eigenthümlichen Beſchaffenheit ihres Lichts herrührt. Ein leuchtender Körper leyht der ihn umgebenden Atmoſphäre einen Glanz, der es äußerſt ſchwer macht, die eigentliche Größe des Körpers ſelbſt zu erkennen. Jeder Fixſtern iſt mit einem ſol-

chen Schimmer umgeben, der seinen scheinbaren Durchmesser desto mehr vergrößert, je näher er uns ist, und je stärker sein eigenthümliches Licht ist. Nur durch Hülfe der Fernröhre ist man im Stande, den äußern Schimmer von dem eigenen Lichte der Sterne selbst größtentheils abzusondern; und je vollkommener die Teleskope sind, desto kleiner erscheinen die Fixsterne, und der Unterschied zwischen den größern und kleinern Sternen verschwindet immer mehr, so wie die Hoffnung, auch durch die stärksten Vergrößerungen den Durchmesser der Fixsterne je bestimmen zu können. Sie erscheinen uns in der That wie leuchtende Punkte, und werden daher, wenn der Mond vor ihnen vorüber geht, in einem Augenblick bedeckt, und treten blitzschnell wider hervor. Hierin liegt auch der Grund ihres beständigen Funkelns, indem jedes in der Atmosphäre schwimmende Dunst-Kügelchen den ganzen Stern, wenn es vor ihm vorüber zieht, bedeckt, und dadurch nicht allein seinen Glanz, sondern auch die Richtung in der wir ihn sehen, ändert. Je mehr also die Luft mit Dünsten angefüllt ist, desto merklicher ist dieses Funkeln, und dient daher dem gemeinen Manne als Vorbote feuchter Witterung.

Sternhaufen und Nebelflecke.

§. 80. Beym ersten Anblick des gestirnten Himmels dringt sich uns die Bemerkung auf, daß die Sterne ohne Ordnung ausgestreut zu seyn scheinen. Es gibt Stellen am Himmel, wo das Auge keinen Stern entdeckt, und andre, wo sie in Haufen zusammen gedrängt sind, wie z. B. in der nordlichen Krone, und in der ganzen Gegend des Himmels vom Stier und Orion bis zum Krebse. Unter den eigentlichen Sternhaufen, wo unzählige Sterne auf einen sehr kleinen Raum zusammen gedrängt sind, verdienen folgende besonders bemerkt zu werden: das Siebengestirn oder die Plejaden * (Töchter des

---

* πλειάς, das zahlreiche Gestirn, von πλείων, mehr; oder das Gestirn der Seefahrer, von πλέειν, schiffen.

Atlas), in der Schulter des Stiers, wo die Alten nur sieben Sterne unterschieden, wo man aber durch Teleskope mehr als 120 entdeckt hat; die Hyaden * im Kopfe des Stiers, die sein Auge (Aldebaran) wie Mücken umsumsen; die Krippe im Krebs, wo man fast auf einem Punkt 40 Sterne deutlich unterscheidet; ein Haufen unzähliger Sterne im Schwert Orions; und ein andrer von 50 Sternen um den Arktur. Man hat bereits über 200 solcher Sternhaufen beobachtet.

In allen Gegenden des Himmels bemerkt man helle Stellen, die sich auf dem schwarzen Grunde sehr deutlich durch ein Licht auszeichnen, welches weit matter als der Glanz der Fixsterne, und dem weißen Schimmer der Milchstraße ähnlich ist. Diese unter dem Namen Nebelflecken bekannten Massen zeigen sich unter sehr verschiedenen Gestalten, und H. Herschel, dem die Sternkunde in diesem Felde die wichtigsten Entdeckungen verdankt, und der mehr als 2000 derselben beobachtet hat, theilt sie, ihrer äußern Gestalt nach, in acht Klassen. Einige von ihnen erscheinen in guten Fernröhren, als ein Haufen unzähliger kleiner Sterne, sind also nichts als entferntere Sternhaufen, und werden daher Nebelsterne genannt; andre lassen sich auch durch die stärkste Vergrößerung nicht in Sterne auflösen, sondern zeigen bloß mehr oder weniger glänzende Licht-Massen; noch andre haben einen dichten Planetenartigen Kern, der von einem milchfarbenen Nebel umgeben ist. Der merkwürdigste Nebelfleck umschließt den Sternhaufen im Schwert Orions: ein andrer, am Gürtel der Andromeda, zeigt sich dem bloßen Auge deutlich. Diese Licht-Massen sind in mehrerer Rücksicht äußerst merkwürdig, daher unten von ihnen nochmals geredet wird. Man findet eine umständliche, durch Zeichnungen erläuterte Beschreibung derselben in H. Bode *Représentation des astres*, 1782. *pag.* 38 — 40. und in seiner Anleitung

---

* ὑάδες, das Regen-Gestirn, von ὕει, es regnet.

zur Kenntniß des gestirnten Himmels S. 556. einem Werke, das seines ausgebreiteten Nutzens wegen schon die siebente Auflage erlebt hat.

Von der Milchstraße und andern merkwürdigen Erscheinungen des gestirnten Himmels wird unten besonders gehandelt werden.

Merkwürdige Sterne.

§. 81. Doppelt-Sterne nennt man zwey oder mehr Sterne, die so nahe bey einander stehen, daß sie dem bloßen Auge, und selbst durch kleine Fernröhre, wie ein einzelner Stern erscheinen, durch stärkere Vergrößerungen aber aus einander gerückt werden. Man findet 46 derselben, so gezeichnet, wie sie sich in den größten Teleskopen zeigen, in H. Bode *Représentation des astres*. Sie werden, ihrer Wichtigkeit wegen, uns noch einmal Gelegenheit geben, von ihnen zu reden.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Himmel sind die veränderlichen Sterne, deren Licht entweder in beständigen Perioden ab und zunimt, oder die, nachdem sie plötzlich erschienen sind, auf immer wider verschwinden. Manche Sterne sind am Himmel verloren gegangen; manche sieht man, wo man sonst keine bemerkte. Durch die Erscheinung eines neuen Sterns ward Hipparch 125 Jahr vor Chr. Geb. zur Verfertigung eines Verzeichnisses der Fixsterne bewogen; und einer ähnlichen Erscheinung verdanken wir das von Tycho gemachte Verzeichniß der Sterne. Dieser letztre merkwürdige Stern erschien den 11 November 1572 plötzlich mit einem Glanze, der den des Jupiters und des Sirius übertraf, und ihn sogar am Tage sichtbar machte. Einen Monat nachher nahm sein Glanz stufenweise ab, bis zum Märtz 1574, da er ganz verschwand. Durch sein funkelndes Licht und seine Unbeweglichkeit, zeichnete er sich von den Planeten aus. Im Jahr 389 ließ sich ein Stern drey Wochen sehen, der Venus an Glanze gleich, und verschwand bald nachher. Im neunten Jahrhundert beobachteten die Araber einen Stern, der alle übrigen an Glanz übertraf, und nach vier Monaten unsichtbar ward. Im Jahr

1604 beobachtete Kepler einen sehr glänzenden neuen Stern, der nach einem Jahre verschwand. Die neuern Astronomen haben eine große Menge solcher Sterne beobachtet, die in beständigen Perioden eine Ab- und Zunahme des Lichts leiden, und sogar ganz verschwinden: diese Perioden sind sehr verschieden, von einigen Tagen bis zu mehreren Jahren. In H. La Lande *Astronomie, Tome* I. *pag.* 259. *troisᵉ edit.* findet man ein umständliches Verzeichniß der veränderlichen Sterne. Wahrscheinlich würde man bey den meisten Sternen eine Veränderung ihres Lichts bemerken, wenn man sie in dieser Absicht sorgfältig beobachtete: wenigstens scheint Sirius zu den veränderlichen Sternen zu gehören, da die Schriftsteller des ersten und zweyten Jahrhunderts diesem glänzendsten aller Sterne, der sich jetzt durch sein vollkommen weißes Licht auszeichnet, eine rothe Farbe zuschreiben.

Den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung hat man wahrscheinlich, theils in physischen Veränderungen die auf diesen Weltkörpern vorgehen, theils in ihrer Umdrehung um eine Axe zu suchen. Dies letztre ist besonders bey solchen Sternen zu vermuthen, deren Licht-Wechsel beständig derselben Periode folgt. Wenn nämlich ein Theil ihrer Oberfläche dunkler als der andre, oder so beschaffen ist, daß er weniger Licht verbreitet, so wird der Stern uns mehr oder weniger glänzen, nachdem er uns, während seiner Rotations-Periode, seine helle oder dunkle Seite zukehrt. Andre Sterne, die plötzlich erscheinen und dann wieder verschwinden, erlitten vielleicht irgend eine große Revolution: ein allgemeiner Brand entwickelte vielleicht die bisher ruhenden Kräfte, um den Weltkörper bewohnbar und fähig zu machen, als Sonne, Millionen von Planeten zu erwärmen und zu erleuchten, oder machte seinem veralterten Daseyn ein Ende, um ihn schöner aus der Asche hervorgehen zu lassen.

Anzahl der Sterne.

§. 82. So unmöglich es ist, die Zahl der Sterne bestimmt anzugeben, so leicht wird man sich davon überzeugen,

daß ihre Menge selbst die Gränzen der Einbildungskraft übersteigt, wenn man bedenkt, wie unsre Kenntnisse davon, mit der Vervollkommenerung der Fernröhre, nach und nach erweitert sind. Hipparch und Ptolemäus kannten nur 1022 Sterne; Tycho und Kepler hatten ungefähr eben so viele beobachtet; und die Sterne, die man mit bloßen Augen sehen kann, mögen sich überhaupt auf 2000 belaufen. So wie man aber den Himmel durch Fernröhre betrachtete, eröffnete sich ein unermeßliches Feld neuer Welten, das sich immer mehr erweitert, je stärkere Vergrößerungen gebraucht werden. Flamsteads Verzeichniß enthält 2919 von ihm beobachtete Sterne, und im Jahr 1782 lieferte Hr. Bode bereits ein Verzeichniß von mehr als 5000 Sternen. Vor 50 Jahren beobachtete La Caille allein in der südlichen Hemisphäre 10000 Sterne; und im Jahr 1801 erschien die Uranographie des H. Bode, ein Werk, das durch die Pracht, und den Fleiß womit es ausgearbeitet ist, dem würdigen Verfasser und Teutschland Ehre macht: dieses Werk enthält auf 20 großen Kupfertafeln 17240 Sterne, nebst einem Verzeichnisse, worin diese nach ihrer Lage gegen den Aequator eingetragen sind. Als H. La Lande, der älteste und berühmteste unter den jetzt lebenden Astronomen, seine glorreiche Laufbahn antrat, fand er nur 3000 Sterne beobachtet; und jetzt hat dieser unermüdete Beobachter, mit Hülfe seines Neffen, bereits die Lage von 50000 Sternen beobachtet. Diese Anzahl von 60000 beobachteten Sternen, die sich leicht auf 100000 bringen ließe, ist nichts gegen die unzählige Menge kleiner Sterne, die H. Herschel durch seine vortrefflichen Teleskope entdeckt hat. Bey einer Musterung des Himmels, die er mit einer 5 bis 6000 maligen Vergrößerung vornahm, fand er im Durchschnitt und nach einem beyläufigen Ueberschlage, auf einem Raume von 8 Graden in der Länge und 3 Graden in der Breite, 44000 Sterne, woraus eine Anzahl von 75 Millionen über dem ganzen Himmel zer-

streuter Sterne folgen würde. Bedenkt man nun, daß die Teleskope noch immer zu größerer Vollkommenheit gebracht werden, daß nur der kleinste Theil der Milchstraße sich in einzelne Sterne auflösen läst, daß vielleicht jeder der 2000 Nebelflecken eine entfernte Milchstraße ist, und daß man noch von Zeit zu Zeit neue Sternhaufen und Nebelflecken entdeckt, die in unermeßlicher Ferne hinter einander liegen, und sich endlich in der Tiefe des Himmels verlieren, wohin kein menschliches Auge reicht: so fühlt man die Einbildungskraft erschöpft; keine Zahl reicht zu, die Menge der Sonnen zu messen; und der Begrif des Unendlichen entwickelt sich von selbst in unsrer Seele.

Fünftes Kapitel.

Die Jahres-Zeiten.

§. 83. Die jährliche Bewegung der Sonne und die Lage ihrer Bahn ist ein Gegenstand, der nicht bloß für den Astronomen, sondern für alle Völker der Erde, für alle Stände der bürgerlichen Gesellschaft, und für jedes Alter des menschlichen Lebens, von der größten Wichtigkeit ist. Tag und Nacht, Winter und Sommer, sind die Minuten und Stunden unsers Lebens, die dem wilden Neu-Seeländer und dem gebildeten Europäer, dem Jäger, dem Landmann, dem Künstler und dem Gelehrten, dem Jünglinge und dem Greise, seine Lebensweise, seine Arbeiten und Beschäftigungen vorzeichnen. Die unendliche Mannigfaltigkeit des Klima's, vom ewigen Eise der Pole bis zur glühenden Hitze der Linie; der sich ewig erneuernde Kreislauf der Jahreszeiten, von

Die Wärme und Kälte auf der Erde

der erstarrenden Kälte einer langen Winter-Nacht bis zur alles belebenden Frühlings-Sonne und zur ermattenden Hitze eines langen Sommer-Tages; der unerschöpfliche Reichthum sinnlicher Genüsse, von der Moosbeere bis zur Pisang, von der Fichte bis zur Palme, von der Rose bis zur Weyhrauch-Staude; die unzähligen Natur-Begebenheiten, vom Erstarren der Ströme bis zum Austrocknen der Flüsse, vom Farbenbogen der Iris bis zu den brennenden Pfeilen des Donner-Gottes, vom rauhen Stürmen des Boreas bis zum lauen Wehen des Zephyrs, vom Schnee-Gestöber einer Dezember-Nacht bis zum sanften May-Regen — dieser wohlthätige Wechsel der Natur, der die Völker der fernsten Himmelsstriche, durch den Tausch gegenseitiger Bedürfnisse, zu Gliedern einer Familie macht, der dem Leben die traurige Einförmigkeit nimt, und den Menschen mit jedem Frühlinge einen neuen Lebenslauf anfangen, und die so oft getäuschte Hoffnung wider ergreifen läst, dem wir endlich alle Freuden des Lebens, die Ruhe des Winters und die verjüngende Kraft des Frühlings verdanken — alles dies ist eine nothwendige Folge von der Lage der Ekliptik gegen den Aequator, und von der Kugel-Gestalt der Erde. Die Erquickung einer kühlen Sommer-Nacht nach der ausgestandenen Hitze des Tages, und eines heitern Frühlings-Tages nach dem langen Winterschlafe, beweisen nicht allein, daß die Sonne die Quelle der Wärme ist, sondern daß der Grad der Wärme von der größern oder geringern Höhe der Sonne über dem Horizont abhängt. Wenn am Abend die Pflanzen sich schließen, Menschen und Thiere ihr Lager suchen, um sich gegen die Kälte der Nacht zu schützen: so weckt der erste Strahl der widerkehrenden Sonne alle Geschöpfe aus ihrem Schlummer; sie erfrischen und wärmen sich an der Morgen-Sonne, bis die Höhe, die sie im Mittage erreicht, ihre brennenden Strahlen unerträglich macht, und alles, was lebt, sich nach der sanfteren Wärme der niedrigeren Abend-Son-

ne sehnt. Wenn nach der langen erstarrenden Winter-Kälte die Frühlings-Sonne die ganze Natur wider verjüngt, wenn mit jedem Tage ihre Wärme mit ihrer Höhe zunimt, bis die Sommer-Hitze der nahe am Scheitel weggehenden Sonne die Früchte der Felder und Bäume zur Reife bringt: so fühlt alles, was Leben hat, eine Ermattung, und wünscht sich den kühlen Herbst, und selbst die Ruhe des Winters zurück. Wenn der Bewohner des bemoosten Lapplandes Wochen lang vergebens auf die Rückkehr der Sonne gewartet hat, die dann doch nur niedrig und kraftlos über seinem Horizont wegschleicht, so beneidet er vielleicht den glücklichen Bewohner der afrikanischen Sandwüsten; indeß dieser, gesengt von den senkrecht auf seinen Scheitel herabprallenden Sonnen-Strahlen, gern den Saft seiner schmackhaften Früchte gegen das Eis Nowa-Semla's vertauschen würde. Nur der in die gemäßigte Zone versetzte Europäer und Asiate ist zufrieden mit dem Loose, welches die gütige Natur ihm beschieden hat: nur in diesem glücklichen Erdstrich herscht wahrer Genuß des Lebens, nur hier entwickeln sich die Kräfte des Geistes und Körpers, und erreichen die höchste Vollkommenheit, deren die menschliche Natur fähig ist.

§. 84. Daß die Wärme der Sonne im Mittage jedes Tages und im Sommer jedes Jahres am stärksten ist, und daß sie überhaupt mit der Höhe der Sonne wächst und abnimt, ist eine allgemein bekannte Erfahrung, deren Grund nicht schwer einzusehen ist. Je niedriger die Sonne S über dem Horizont H R eines Orts M der Erde A M B steht, desto schiefer fallen ihre Strahlen S M auf diesen Ort: je gröser die Höhe der Sonne T M R wird, desto gerader fallen ihre Strahlen auf, bis sie im Scheitel V senkrecht herabprallen, und ihre ganze Kraft äußern können. Die ersten Grundsätze der Mechanik, und die ersten Erfahrungen unsrer Kindheit lehren uns nämlich, daß jede Kraft desto stärker

hängt von der Höhe der Sonne ab.

29. Figur.

auf einen Körper wirkt, je gerader, je senkrechter ihre Richtung auf der Fläche des Körpers ist, worin sie ihn trifft. Der Schlag eines Hammers, der Schuß einer Kugel verwundet kaum, wenn er den Körper streift: und nur, wenn er senkrecht auf ihn fällt, äußert er seine ganze Kraft. Das Segel flattert bey dem stärksten Winde, wenn es mit seiner Richtung parallel steht; und das Schiff fliegt davon, wenn die Segel dem Winde eine senkrechte Richtung entgegen setzen. Eben so leicht begreift man, daß die Wirkung der Sonne desto stärker seyn müsse, je länger sie sich äußern kann; daß ein Ort der Erde desto mehr erwärmt werde, je länger die Sonne über seinem Horizonte bleibt. Von der Höhe, die die Sonne an einem Orte erreicht, von ihrer Mittagshöhe, und von der Zeit die sie über dem Horizonte zubringt, von der Länge des Tages, hängen also nicht allein die Tageszeiten, sondern auch die Jahreszeiten, und die Verschiedenheit des Klima's auf der Erde ab. Die umständliche Erklärung dieser mannigfaltigen Erscheinungen ist der Gegenstand dieses Kapitels.

Eintheilung der Erdfläche in Zonen. 30. Figur.

§. 85. Die Sonne ist im Scheitel V eines Orts B der Erde A P R Q, wenn sie sich in der Linie C B befindet, die durch den Mittelpunkt der Erde C und den Ort B gezogen wird: sie ist in seinem Horizonte, wenn sie sich in einer Linie B H, oder der mit ihr parallellen Linie C E befindet, die auf C B senkrecht steht (§. 21). Es stelle P Q die Erd-Axe, P den Nord-Pol, Q den Süd-Pol, A O R T die Linie vor, deren Verlängerung den Aequator an der Sphäre bestimmt (§. 22.): so ist P B R Q der Meridian des Orts B (§. 24.), B C R seine Breite oder Polhöhe, R C E die Höhe des Aequators über seinem Horizont C E, und P C B seine Entfernung vom Pol, die mit der Aequator-Höhe einerley ist (§. 25.). Jeder Weltkörper, dessen Abweichung R C L ist, erreicht seine gröste Höhe über dem Horizont des Orts B, oder seine kleinste Entfernung vom Zenith B C L, wenn

er durch dessen Meridian geht, d. h. wenn die aus dem Mittelpunkt der Erde nach dem Stern gezogene Linie C L den Meridian des Orts in l schneidet; und in der entgegengesetzten Hälfte des Meridians P A Q, in m, ist er am weitsten vom Zenith entfernt (§. 28.). Ein Stern geht daher in B durch das Zenith, wenn seine Abweichung R C B der Breite des Orts gleich ist: er geht gar nicht unter, wenn er eine nordliche Abweichung hat, die größer als die Aequator-Höhe P C B des Orts ist: und er bleibt immer unter dem Horizont, wenn seine südliche Abweichung größer als die Aequator-Höhe ist (§. 29.). Da nun die Abweichung der Sonne nie größer als die Schiefe der Ekliptik werden kann (§. 57.), so kann sie nur der Breite derjenigen Oerter gleich werden, deren Breite diese Schiefe nicht übertrifft; und sie kann nur größer als die Aequator-Höhe werden, wenn diese oder die Entfernung des Orts vom Pol kleiner als die Schiefe der Ekliptik ist. Hieraus entsteht ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen den verschiedenen Theilen der Erdfläche, der zu einer Eintheilung derselben in dreyerley Zonen Anlaß gibt.

Wenn man nämlich in den Entfernungen R C L, R C E, vom Aequator, und P C B, Q C G, von den Polen, die sämmtlich der Schiefe der Ekliptik von 23° 28′ gleich sind, die Ebnen oder Kreise l m, e n, B D, F G, dem Aequator parallel legt: so ist der Winkel R C l die Abweichung eines Weltkörpers, der sich in der verlängerten Linie C l L befindet, also die Gränze aller Abweichungen der Sonne durch das ganze Jahr. Stellt man sich also die Linien C l, C e, bis an die Sphäre verlängert vor, und dreht den Winkel L C E um C dergestalt, daß die Punkte l, e, die Parallele l m, e n, beschreiben; so werden die Punkte L, E, an der Sphäre zugleich einen nordlichen und einen südlichen Parallel beschreiben, deren Entfernung vom Aequator der Schiefe der Ekliptik gleich ist; und die Sonne befindet sich beständig innerhalb des Raums, den der Winkel l C e bestimmt, weil ihre Abw

weichung nie größer als R C L oder R C E werden kann. Jede Gesichtslinie C S, die zu irgend einer Jahreszeit nach der Sonne gezogen wird, fällt zwischen die Parallele l m, e n; und der Punkt s, in welchem C S die Erdfläche schneidet, hat die Sonne alsdenn im Zenith. Alle Oerter der Erde, die die Sonne Mittags im Scheitel haben können, liegen also zwischen diesen Parallelen. Die Oerter, die in dem Parallel B D oder F G liegen, haben eine Entfernung vom Pol oder eine Aequator-Höhe, die der grösten Abweichung der Sonne gleich ist; und jeder Ort zwischen dem Pol und diesen Parallelen hat eine kleinere, so wie jeder Ort außerhalb dieser Parallele eine größere Aequator-Höhe hat. Hieraus folgt, daß alle Oerter der Erde, denen die Sonne zu einer Zeit des Jahres nicht auf oder nicht untergeht, in den Zonen B P D und F Q G eingeschlossen sind. So ist z. B. P C R = 90° und P C B = 23° 28′ = R C E, also auch B C E = 90°; d. h. E C m ist der Horizont des Orts B: die Sonne verrichtet also ihren ganzen Tages-Lauf l m oder e n, über oder unter dem Horizont des Orts B, wenn sie in einem dieser Parallele ist. Liegt der Ort zwischen B und dem Pol, z. B. in b, so fällt sein Horizont in h C r; und die Sonne bleibt beständig über seinem Horizont, so lange ihre Abweichung zwischen A h und A m fällt, unter dem Horizont aber, so lange ihre Abweichung zwischen R r und R e fällt. Alle Oerter zwischen den Parallelen l m, B D, und e n, G F, sehen die Sonne täglich auf und untergehen, aber nie im Zenith.

Heiße, kalte, und gemäßigte Zone.

§. 86. Die Abweichung der Sonne nimt bis R C L oder R C E zu, aber nicht weiter. Wenn sie zu dem Punkt ihrer Bahn gelangt ist, der in der Linie C L oder C E liegt, d. i. zu einem der Solstitialpunkte (§. 57.), so wendet sie sich wieder zum Aequator zurück, von dem sie sich bis dahin entfernt hatte. Diese Punkte der Ekliptik heißen daher auch Wendepunkte, und die Parallele, die die Sonne an

diesen Tagen (dem ersten Sommer- und Winter-Tage) beschreibt, Wendekreise (*Tropici*)*, welchen Namen auch die Parallele auf der Erde l m, e n, erhalten haben, die um eben den Winkel (23° 28′) vom Aequator entfernt sind. Der nordliche l m heist der Wendekreis des Krebses, der südliche e n der Wendekreis des Steinbocks, weil die Sonne in diese Zeichen trit, wenn sie ihre gröste nordliche und südliche Abweichung erhält (§. 77. 78.). Die Parallele B D, F G, sowol an der Sphäre als auf der Erde, die beyde Pole in der Entfernung von 23° 28′ umgeben, heißen der nordliche und südliche Polarkreis (circulus *polaris arcticus* und *antarcticus*).

Die 31ste Figur stellt die Erde vor, wie sie durch den Aequator und diese vier Parallele in fünf Zonen** getheilt wird. A R ist der Aequator, E C, I L, die Wende-Kreise des Krebses und Steinbocks, B D, F G, der nordliche und südliche Polar-Kreis. Der Streifen oder die Zone der Erdkugel C E A I L R C enthält alle Oerter der Erde, die die Sonne Mittags im Zenith haben können, folglich der brennenden Hitze senkrechter Strahlen ausgesetzt sind: sie heist daher die heiße Zone (zona *torrida*). Die Segmente B D P und F G Q schließen alle Oerter der Erde ein, denen die Sonne zu einer Zeit des Jahrs nicht auf, und zu einer andern Zeit nicht untergeht. Da die Sonne sich im Winter kaum über ihren Horizont erhebt, und selbst im Sommer immer weiter von ihrem Scheitel entfernt bleibt, als der Bogen C D beträgt (43 Grade), so stehen die Bewohner dieser traurigen Erdstriche die strengste Kälte aus, die nur kurze Zeit mit einer brennenden Hitze abwechselt: man nennt sie die nordliche und südliche kalte Zone (zona *frigida*). Der übrige Theil der Erdfläche besteht aus zwey Zonen C E B D C, 31. Figur.

---

* τρέπειν, wenden.

** ζώνη, der Gürtel.

LIFGL, die zwischen einem Wendekreise und dem nächsten Polarkreise eingeschlossen sind, und daher weder die sengende Hitze noch die erstarrende Kälte jener beyden Zonen auszustehen haben. Sie haben es mit der heißen Zone gemein, daß die Sonne ihnen täglich auf und untergeht, und mit der kalten, daß sie nie ihr Zenith erreicht. Sie genießen das ganze Jahr eine erträgliche Wärme und Kälte, und heißen daher die nordliche und südliche gemäßigte Zone (zona *temperata*). Die schönsten Länder des Erdbodens, bewohnt von den glücklichsten und gebildetsten Menschen, liegen in diesen Zonen, besonders um 10 bis 20 Grade von den Wendekreisen entfernt. Wenn man den Raum berechnet, den diese verschiedenen Kugelflächen einnehmen, so findet man, daß der ganze aus beyden Polar-Zonen zusammengesetzte kalte Erdstrich, der ganze gemäßigte, und der heiße Erdstrich, sich beynahe verhalten wie die Zahlen 2, 12 und 9; daß also der gemäßigte Erdstrich mehr als die Hälfte der ganzen Erdfläche ausmacht.

Die Jahrszeiten in den gemäßigten und kalten Zonen.

§. 87. Die Bewohner des gemäßigten Erdstrichs haben von je her das Jahr nach den verschiedenen Wirkungen, die die Sonne auf unser Gefühl, auf die Witterung, und auf die Vegetation äußert, in vier Haupt-Abschnitte oder Jahrs-Zeiten getheilt: eine Abtheilung, die sich auch auf die kalte Zone, aber nicht wohl auf die heiße anwenden läßt, und die eine auffallende Analogie mit den vier Tages-Zeiten hat. Sommer und Winter heißen überhaupt die Zeiten der größten Wärme und Kälte: die zwischen beyden Extremen fallende gemäßigte Jahrszeit heist Frühling, wenn am Ende des Winters eine sanfte Wärme anfängt sich wider über die Erde zu verbreiten, und Herbst, wenn die Hitze des Sommers vorüber ist und sich nach und nach bis zum Winter-Frost abkühlt. Diese Eintheilung gründet sich auf unser Gefühl, das mit dem Gefühl der Pflantzen ziemlich überein zu kommen scheint: daher die Abtheilung der Jahrszeiten in

Rücksicht auf die Vegetation, in die Zeit des Wachsthums (Frühling), der Reife (Sommer), der Erndte (Herbst), und der Ruhe (Winter), mit jener beynahe zusammen trifft. Man könnte endlich, in Ansehung der Witterung, das Jahr, wenigstens in den meisten Ländern der gemäßigten Zone, in die schöne heitere Jahrszeit (Frühling), die schwüle Zeit der Gewitter (Sommer), die Regen-Zeit (Herbst), und die Zeit des Schnees und Frostes (Winter) eintheilen. Man sieht aber leicht, daß alle diese Abtheilungen sehr unbestimmt sind. Das Urtheil unsers Gefühls über die Temperatur der Luft ist sehr unzuverlässig: heiße und kalte, heitere und trübe, feuchte und trockene Tage, sind oft so mit einander vermischt, daß jedes Jahr auf verschiedene Art eingetheilt werden müste. Die Reife der Früchte, die warme und kalte, heitere und regnigte Witterung, fällt in einem Lande früher oder später, dauert längere oder kürzere Zeit, als in einem andern, und hängt sogar von so vielen Lokal-Umständen ab, daß jedes Land seine eigenen Jahrszeiten haben würde. Man hat daher statt dieser physischen Jahrszeiten, die keiner allgemeinen Bestimmung fähig sind, die astronomischen Jahrszeiten eingeführt, die gleich den vier Tageszeiten, nach der Entfernung der Sonne vom Zenith bestimmt werden: wovon auch in der That die größere und geringere Wärme größtentheils abhängt. Die kleinste, gröste, und mittlere Entfernung vom Zenith, die die Sonne im Meridian erreicht, bestimmen die vier Jahreszeiten; und man setzt den Anfang jeder Jahreszeit in den Augenblick, da diese Entfernung zutrifft. Wenn die Sonne in L oder S ist, so ist sie vom Zenith V eines Orts B, der in der gemäßigten oder kalten Zone liegt, zu Mittage, da sie sich in seinem Meridian P B R Q befindet, um den Winkel V C L oder V C S, d. i. um den Bogen B l oder B s entfernt. Sie ist also dem Zenith am nächsten, wenn sie am weitsten vom Aequator nach der Seite, wo B liegt, entfernt ist, oder die gröste Abweichung (23° 28′) in

30. Figur.

L hat: sie ist am weitsten vom Zenith, wenn sie an der entgegengesetzten Seite des Aequators die gröste Abweichung in E hat: sie hat endlich ihre mittlere Entfernung vom Scheitel, wenn sie in der Mitte R zwischen L und E, d. h. im Aequator ist. Der astronomische Sommer fängt demnach für einen nordlichen Ort der Erde an, wenn die Sonne in den Wendekreis des Krebses trit; der Herbst, wenn sie in den Aequinoktialpunkt der Waage trit, dessen Länge 180° ist; der Winter, wenn sie in den Wendekreis des Steinbocks, und der Frühling, wenn sie in den Aequinoktialpunkt des Widders trit, von dem die Grade des Aequators und der Ekliptik gezählt werden (§. 56. 78.). Die 28ste Figur zeigt dies deutlicher. Der Frühling, Sommer, Herbst, und Winter, fangen an, wenn die Sonne in den Punkten A, B, C, H, ist: daher auch A, C, der Frühlings- und Herbst-Aequinoktialpunkt, B, H, der Sommer- und Winter-Solstitialpunkt heißen; welches sich, wie man sieht, nur auf einen nordlichen Ort bezieht. Auf der südlichen Hälfte der Erdkugel ist alles umgekehrt: dort fängt der Frühling an, wenn die Sonne in C zur südlichen Hemisphäre zurückkehrt, und der Sommer, wenn die Sonne in H ihre gröste südliche Abweichung erreicht, folglich dem Zenith eines südlichen Orts am nächsten kömmt. Der dortige Frühling und Sommer, Herbst und Winter, fällt also mit unserm Herbst und Winter, Frühling und Sommer zusammen: bey uns ist A B der Frühling, B C der Sommer, C H der Herbst, H A der Winter.

28. Figur

und in der heißen Zone.

§. 88. Obgleich zwischen den Wendekreisen fast ein ewiger Sommer herrscht, so gibt es doch in diesen Gegenden eine Jahrszeit, die so genannte Regen-Zeit, die alles unangenehme unsers Winters, und vielleicht in noch höherem Grade hat; allein diese physische Jahrszeit hängt nicht bloß von der Bewegung der Sonne, sondern auch von Lokal-Umständen ab. Die astronomischen Jahrszeiten ließen sich dort et-

wan auf folgende Art bestimmen. Jeder Ort s zwischen den Wendekreisen kann die Sonne jährlich zweymal im Zenith haben, wenn ihre Abweichung R C S seiner Breite R C s gleich ist: einmal, wenn sie nach ihrem Durchgange durch den Aeqvator sich seinem Wendekreise L nähert; das andre Mal, wenn sie von L zum Aeqvator zurück geht. Es können aber Jahre vergehen, ohne daß die Sonne wirklich durch das Zenith S dieses Orts geht: hiezu wird nämlich erfodert, daß die Sonne in dem Augenblick, da ihre Abweichung = R C S ist, durch den Meridian dieses Orts P s R gehe. Es gibt in jedem Augenblick nur einen Punkt der Erde, der die Sonne im Scheitel hat: da also die Sonne, vermöge ihrer eigenen Bewegung, zweymal jährlich durch jeden Parallel geht, aber nur einen Augenblick darin verweilt, so gibt es in jedem Parallel nur zwey Punkte, die im Laufe eines Jahres die Sonne im Zenith haben können. Wenn die Sonne durch den Aeqvator geht, so ist sie im Zenith des Orts A, in dessen Meridian P A Q sie sich in diesem Augenblick befindet. Alle übrigen Oerter unter der Linie können die Sonne in diesem halben Jahre nicht im Zenith haben, weil sie sogleich den Aequator verläßt. Nach zwölf Stunden hat sie einen halben Umlauf um die Erde gemacht, und ist im Meridian P R Q; sie geht aber nicht durch das Zenith des Orts R, sondern eines andern Orts *r*, weil ihre Abweichung um den Bogen R *r* zugenommen hat: und so steht sie in jedem Augenblick über einem andern Parallel der Erde senkrecht. Hieraus folgt, daß der Punkt der Erde, über dem die Sonne senkrecht steht, vermöge ihrer wahren Bewegung, die aus der täglichen und jährlichen zusammengesetzt ist, eine Linie wie A *r s t u* oder R *x y z* beschreibt, die sich schlangenförmig vom Aeqvator nach beyden Seiten um die heiße Zone windet, und in jedem Jahre 365 solche Spiral-Umläufe macht, die auf- und unterwärts gehn und sich auf unzählige Arten durchschneiden. Indeß hat jeder Ort in der heißen

30. Figur.

31. Figur.

Zone die Sonne, wenn gleich nicht im Scheitel selbst, doch dem Scheitel am nächsten, an dem Tage da die Sonne durch seinen Parallel geht; weil am Mittage dieses Tages die Abweichung der Sonne am wenigsten von seiner Polhöhe verschieden ist. Nennt man also, wie in der gemäßigten Zone, Sommer und Winter die Zeit, da die Sonne zu Mittage die kleinste und gröste Entfernung vom Zenith hat; Frühling und Herbst aber, wenn sie in der mittlern Entfernung ist: so fangen die Oerter unter der Linie ihren Sommer an, wenn die Sonne durch den Aequator geht, ihren Winter aber, wenn sie in einem der beyden Wendekreise ist; und der Anfang des Frühlings oder Herbstes fällt in die Zeit, da die Sonne ihre mittlere Entfernung vom Aequator von etwa 12° hat. Unter der Linie ist demnach jede Jahrszeit doppelt: beyde Sommer fangen an, wenn die Sonne in den Aequi-

28. Figur. noktialpunkten A und C ist, beyde Winter, wenn sie die Solstitialpunkte B und H erreicht; der Anfang beyder Frühlinge fällt zwischen B und C, H und A, der Anfang beyder Herbste zwischen A und B, C und H. Die dortigen Jahrszeiten sind also ganz von den unsrigen verschieden: und dies kann auch nicht anders seyn, da der Aequator weder zur nordlichen noch zur südlichen Halbkugel gehört, sondern zwischen beyden das Mittel ist.

Noch schwieriger ist die astronomische Bestimmung der Jahrszeiten zwischen dem Aequator und den Wendekreisen, weil nach der bisher angenommenen Regel, der Sommer jedes Parallels zu einer verschiedenen Zeit anfangen würde, in dem Augenblick nämlich, da die Sonne durch denselben geht. Um indeß auch für diese Oerter etwas bestimmtes zu haben, müste man ihr Jahr nur in zwey Theile, den Sommer und Winter, theilen, und unter ersterem das halbe Jahr verstehen, da die Sonne auf eben der Seite des Aequators ist, auf welcher die Oerter liegen, unter letzterem aber die andere Hälfte des Jahrs, da sich die Sonne

auf der entgegengesetzten Seite befindet. Der Sommer in der nordlichen Hälfte der heißen Zone würde dann den Frühling und Sommer der nordlichten gemäßigten Zone begreifen; ihr Winter aber würde den Herbst und Winter dieser Zone einschließen.

Eintheilung des Tages.

§. 89. Der Tag wird auf ähnliche Art, wie das Jahr, nach der Entfernung der Sonne vom Zenith, in vier Abschnitte getheilt. Man nennt überhaupt Tag die Zeit, da die Sonne über dem Horizont, Nacht, wenn sie unter dem Horizont ist. Die Mitte des Tages und der Nacht fällt also in die Zeitpunkte, da die Sonne durch die entgegengesetzten Hälften des Meridians geht (§. 27.), und zugleich ihre kleinste und gröste Entfernung vom Zenith erreicht (§. 28.). Man nennt daher Mittag den Augenblick, da die Sonne im Meridian die gröste Höhe über dem Horizont erreicht (den Sommer des Tages), Mitternacht (den Winter des Tages), wenn sie in der entgegengesetzten Hälfte am weitsten vom Zenith entfernt ist, Morgen oder Anbruch des Tages (den Frühling), wenn sie aufgeht, und Abend (den Herbst des Tages), wenn sie untergeht. Man versteht nun auch unter Tag einen ganzen täglichen Umlauf der Sonne, oder die Zeit, in der sie zum Meridian, oder zu demselben Stundenkreise zurückkehrt: und es ist natürlich, diesen Umlauf von demjenigen Stundenkreise an zu rechnen, der sich vor allen andern durch so viele merkwürdige Eigenschaften auszeichnet, und den man den Meridian nennt. Im gemeinen Leben fängt man gewöhnlich den Tag von dem unsichtbaren Durchgange der Sonne durch die untere Hälfte des Meridians, von Mitternacht an; allein die Astronomen hatten gute Gründe, diesen Anfang in den sichtbaren Durchgang der Sonne durch den Meridian, oder ihre Kulmination zu setzen. Der Tag wird von den Europäern in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden getheilt. Allein man hat im gemeinen Leben eine besondere Art, die Stunden nur bis zwölf zu zählen, und so den Tag in zwey Hälften

zu theilen, angenommen, die vielleicht ein Ueberbleibsel aus dem frühesten Alterthum ist, und die es nothwendig macht, bey jeder Stunde zu bemerken, ob sie vor oder nach Mittage sey; die Astronomen aber haben die natürlichere und bequemere Methode eingeführt, die 24 Stunden des Tages von einem Mittage bis zum andern in einem fort zu zählen: welches die Folge hat, daß die astronomischen Tage und Stunden nur vom Mittage bis zur Mitternacht mit denen des gemeinen Lebens überein kommen; von Mitternacht bis Mittag aber zählt man im gemeinen Leben einen Tag mehr und zwölf Stunden weniger. So nennt z. B. der Astronom den 29 Oktober 20 Uhr, was im gemeinen Leben der 30 Oktober 8 Uhr Morgens heist.

Länge der Tage und Nächte.

§. 90. Die vier Abschnitte des Tages, Morgen, Mittag, Abend, und Mitternacht, theilen den Tag nur alsdenn in vier gleiche Theile, wenn entweder die Sonne oder der Ort der Erde im Aequator liegt; in allen andern Fällen werden diese Theile des Tages desto ungleicher, je weiter die Sonne oder der Ort der Erde vom Aequator entfernt ist: die gröste Ungleichheit fällt also in den Sommer und Winter, und in die kalte Zone. Es hängt nämlich überhaupt die Länge der Tage und Nächte von der Abweichung der Sonne und der Polhöhe des Orts auf folgende Art ab, von der man sich vermittelst des künstlichen Globus den deutlichsten Begrif machen kann.

16. Figur. Der Horizont H R eines Orts, dessen Zenith in Z ist, geht immer durch den Mittelpunkt C der Sphäre, ist folglich ein gröster Kreis, so wie der Aequator A E (§. 22.). Der Aequator wird also vom Horizonte jedes Orts in zwey gleiche Theile getheilt, weil sich beyde im gemeinschaftlichen Mittelpunkt C schneiden (§. 15. n. II.), dergestalt daß die eine Hälfte des Aequators über, und die andre Hälfte unter dem Horizonte liegt, oder der Tagebogen dem Nachtbogen gleich ist (§. 27.), folglich, wegen der Gleichförmigkeit der

täglichen Bewegung, jeder Weltkörper im Aequator 12 Stunden über, und 12 Stunden unter dem Horizonte verweilt. Wenn also die Sonne im Anfange des Frühlings und Herbstes im Aequator ist, so ist auf dem ganzen Erdboden Tag und Nacht gleich: und hieraus sind die Benennungen des Aequators und der Aequinoktial-Punkte entstanden.

Die Mittelpunkte aller Parallele liegen in der Axe P C Q (§. 15. n. 13.), die sich von C bis P über den Horizont des Orts Z erhebt. So bald also ein Weltkörper eine Abweichung A M hat, die mit der Breite A Z des Orts von einerley Art ist, nordlich oder südlich, so liegt der Mittelpunkt D, folglich mehr als die Hälfte, seines Parallels M I über dem Horizont: der Tagebogen L M K ist größer als der Nachtbogen K I L; und man sieht leicht, daß der Mittelpunkt D desto höher über dem Horizonte liegt, folglich der Tagebogen desto größer, und der Nachtbogen desto kleiner wird, je größer die Abweichung A M, also auch C D ist. Fällt aber der Parallel N T auf die entgegengesetzte Seite des Aequators, so liegt sein Mittelpunkt S in C Q unter dem Horizonte, also auch seine größere Hälfte: der Tagebogen ist kleiner als der Nachtbogen, und ihr Unterschied wird desto größer, je größer die Abweichung A N ist. Diese Sätze, auf die Sonne angewandt, lassen sich so ausdrücken. Vom Anfange des Frühlings bis zum Anfange des Herbstes sind die Tage länger als die Nächte; in der andern Hälfte des Jahres aber sind die Nächte länger als die Tage. Im Frühlings-Vierteljahre nehmen die Tage zu, im Sommer ab; im Herbste, wie im Sommer, nehmen die Nächte zu, im Winter ab. Der längste Tag und die kürzeste Nacht fällt in den Anfang des Sommers; der kürzeste Tag und die längste Nacht in den Anfang des Winters. Es versteht sich, daß dies nur von derjenigen Hälfte der Erdkugel gilt, auf welche sich diese Jahrszeiten beziehen. Die Länge, die Ab- und Zunahme der Tage und Nächte, sind auf der nordlichen und südlichen Halbkugel in

dem nämlichen Augenblick immer entgegengesezt, fallen aber in jeder Halbkugel in dieselben Jahrszeiten: der 21 Junius ist z. B. der längste Tag auf der nordlichen und der kürzeste Tag auf der südlichen Halbkugel, zugleich aber auch dort der erste Sommer-Tag, und hier der erste Winter-Tag.

Wenn die nordliche Abweichung A M der südlichen A N gleich ist, so hat der Parallel N T eben die Lage gegen die Halbkugel H Q X R, oder gegen den Horizont des Orts, der sein Zenith in X, dem Nadir von Z hat, als der Parallel M I gegen die Halbkugel H Z P R, oder gegen den Horizont des Orts, der sein Zenith in Z hat: die Bogen T G und M L, N G und I L, sind von gleicher Größe. Der Tagebogen eines Sommer-Tages ist dem Nachtbogen des entsprechenden Winter-Tages gleich, an dem die Sonne gleiche Abweichung auf der entgegengesetzten Seite des Aequators hat; und der Nachtbogen eines Sommer-Tages ist mit dem entsprechenden Winter-Tage von gleicher Länge. An zwey Oertern, die gleiche nordliche und südliche Breite haben, ist beständig der Tag am einen Orte der Nacht des nämlichen Tages am andern Orte gleich, und umgekehrt.

32. Figur. Wenn Z das Zenith, H R der Horizont eines Orts, A E der Aequator, P Q die Axe, M I, N T, zwey Parallele sind, die den Horizont in L und G schneiden, so sind M L, N G, die halben Tagebogen, L I, G T, die halben Nachtbogen. Wenn nun die Breite des Orts (A Z) zunimt, also Z nach z rückt, so rückt zugleich der Horizont H R in die Lage h r, und die Tagebogen verwandeln sich in M K, N F, die Nachtbogen in K I, F T: die Tagebogen aller Parallele M I, die mit den Oertern Z, z, an derselben Seite des Aequators liegen, wachsen also; die Tagebogen aller Parallele N T an der andern Seite des Aequators nehmen ab. Je größer also die

Breite eines Orts ist, desto länger ist sein längster Tag und seine längste Nacht, und desto größer ist überhaupt der Unterschied zwischen Tag und Nacht jedes Tages. Von zwey Oertern an derselben Seite des Aequators, wovon des einen Breite größer als die des andern ist, hat der erstre im ganzen Frühling und Sommer längere Tage, im Herbst und Winter aber kürzere Tage, als der letztere.

Wenn D r, B h, die Wendekreise sind, so liegt der erstere ganz über, der andre ganz unter dem Horizonte h r, und es ist A h = A D = P z die Schiefe der Ekliptik, weil sowol P z als A h mit A z zusammen 90 Grade ausmacht: z ist also ein Ort im Polarkreise selbst (§. 86.). Die Wendekreise D r, B h, sind aber unter allen Parallelen, die die Sonne täglich durchläuft, die einzigen, die diese Lage haben, daß sie den Horizont h r berühren, ohne ihn zu schneiden: alle andre M I, N T, schneiden den Horizont. Wenn aber ein Ort dem Pole noch näher, also in der kalten Zone liegt, so daß sein Zenith zwischen P und z fällt, so rückt der Horizont h r nach der nämlichen Richtung, so daß z. B. h in N, und r in I fällt. Alsdenn berühren die Parallele M I, N T, den Horizont, ohne ihn zu schneiden; alle Parallele zwischen D r und M I liegen ganz über, und alle Parallele zwischen h B und N T unter dem Horizonte: die Sonne geht an einem solchen Orte so lange nicht auf oder unter, als sie in dem Theile ihrer Bahn zwischen D r und M I, oder zwischen h B und N T verweilt. Hieraus entstehen folgende Erscheinungen für die kalte Zone. An den Oertern, die im Polarkreise selbst liegen, geht die Sonne am längsten Tage nicht unter, am kürzesten nicht auf; an allen andern Tagen aber geht sie, wie in der gemäßigten und heißen Zone, täglich auf und unter. In der kalten Zone bleibt die Sonne, um den Anfang des Sommers und Winters herum, mehrere Tage nach einander über und unter dem Horizont:

diese Zeit dauert desto länger, je näher ein Ort dem Pole liegt, und nimt von 24 Stunden bis zu 6 Monaten zu.

Die parallele, gerade, und schiefe Sphäre.

§. 91. Die Kreise, welche die Sonne und jeder andre Weltkörper durch die tägliche Umwälzung der Sphäre zu durchlaufen scheint, haben, nach der größeren oder geringeren Breite jedes Orts, eine sehr verschiedene Lage gegen dessen Horizont. Ueberhaupt sieht man leicht, daß diese Parallele desto schiefer gegen den Horizont geneigt sind, oder sich desto unmerklicher über

32. Figur. ihn erheben, je größer die Breite des Orts ist: so ist der Winkel h F N, den ein Parallel N T mit dem Horizont h r macht, kleiner als der Winkel H G N, den er mit dem Horizont H R macht. Diese verschiedenen Gestalten, unter denen sich die täglichen Bahnen der Weltkörper darstellen, haben Anlaß gegeben, besonders drey verschiedene Lagen der Sphäre zu unterscheiden.

33. Figur. Der Erd-Pol p hat sein Zenith im Welt-Pole P: sein Horizont fällt also mit dem Aequator A E zusammen, und alle Parallele B D, F G, sind dem Horizonte parallel. In dieser Lage, die man die parallele Sphäre nennt, finden folgende sonderbare Erscheinungen statt. Die sichtbare Hemisphäre ist beständig mit der nordlichen A P E, und die unsichtbare mit der südlichen A Q E einerley, wenn P der Nordpol ist (beym Südpole darf man nur südlich und nordlich verwechseln). Alle Sterne, die eine nordliche Abweichung haben, sind beständig über, und alle südlichen Sterne unter dem Horizont: es gibt daher weder Auf- noch Untergang der Sterne; und nur diejenigen Weltkörper können auf oder untergehen, die wegen ihrer eigenen Bewegung bald eine nordliche, bald eine südliche Abweichung haben, und daher aus der nordlichen in die südliche Halbkugel übergehen. Jeder Stern durchläuft täglich einen Kreis, der dem Horizonte parallel liegt, hat also beständig dieselbe Höhe, die seiner Abweichung gleich ist; und ein Stern S der sich im Aequator befindet, durchwandert täglich den ganzen Horizont. Die Sonne ist so lange über oder unter dem Hori-

zont, als sie eine nordliche oder südliche Abweichung hat: sie geht also auf oder unter, wenn sie durch den Frühlings- oder Herbst-Aequinoktialpunkt geht; und sie erreicht ihre gröste Höhe oder Tiefe, wenn sie im Wendekreise des Krebses B D oder des Steinbocks F G ist. Der Bewohner des Pols hat demnach nur einen Tag und eine Nacht, die beyde ein halbes Jahr dauern. Sein Morgen fängt mit dem Frühlinge, sein Mittag mit dem Sommer, sein Abend mit dem Herbste, und seine Mitternacht mit dem Winter an. Das merkwürdigste bey dieser Lage der Sphäre ist, daß daselbst kein Meridian, also auch kein Ost, Süd, West, oder Nord statt findet, weil alle Meridiane der Sphäre, P A Q, P S Q, &c. durch das Zenith P gehen. Alle Gegenden des Horizonts sind hier gleichgültig, und die Sonne kann ein Jahr in S, ein andres Mal in A oder E auf und untergehen.

Die Axe P Q geht durch die Mittelpunkte C, H, I, des 34. Figur. Aequators A E und aller Parallele B D, F G, und steht auf diesen Kreisen senkrecht (§. 15. n. 13.). Der Horizont eines Orts im Aequator, dessen Zenit A ist, muß daher durch die Pole P, Q, gehn; er ist nämlich einerley mit dem Meridian P K Q, der vom Meridian P A Q um 90° entfernt ist. Da nun derselbe durch die Mittelpunkte aller Parallele geht, so theilt er sie senkrecht in zwey gleiche Hälften; der Tagebogen jedes Parallels ist dem Nachtbogen gleich; der Aequator und alle Parallele schneiden den Horizont gerade oder senkrecht: und diese Lage heist daher die gerade Sphäre. Unter der Linie ist also das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht gleich, und im Anfange des Frühlings und Herbstes geht die Sonne durch das Zenith. Beyde Pole liegen im Horizonte; im Frühlinge und Sommer der nordlichen Halbkugel kulminirt die Sonne zwischen dem Zenith und dem Nordpol P in B, in der andern Hälfte des Jahrs aber in der entgegengesetzten Seite des Meridians in F. Alle Sterne des Himmels, nordliche und südliche, selbst die Polar-Sterne, gehen täglich auf und unter,

und bleiben 12 Stunden über, 12 Stunden unter dem Horizont.

Die dritte Lage der Sphäre, da die Parallele weder auf dem Horizont senkrecht noch mit ihm parallel sind, sondern ihn unter schiefen Winkeln schneiden, heist die schiefe Sphäre: sie ist, mit Ausnahme der Linie und der Pole, die Lage aller Oerter des Erdbodens, und daher in allen Figuren bisher zum Grunde gelegt. Ein Pol liegt beständig über, der andre unter dem Horizont. Der gröste Theil der Sterne geht täglich auf und unter; einige aber sind beständig über, andre beständig unter dem Horizont.

Verschiedene Lagen des Schattens. Antipoden.

§. 92. Jeder undurchsichtige und von der Sonne erleuchtete Körper wirft einen Schatten nach der Seite, die der Sonne entgegengesetzt ist. So lange also die Sonne in der kalten Zone nicht untergeht (§. 90.), fallen die Schatten während einer Umwälzung der Sphäre nach allen Seiten, und machen, wie die Sonne selbst, in 24 Stunden einen ganzen Umlauf über der Horizontalfläche: in dieser Rücksicht nennt man die Bewohner der kalten Zone, Umschattige (*Periscii*) *. Die Bewohner der heißen Zone haben die Sonne zweymal im Jahre des Mittags im Zenith (§. 88.), da dann ein aufrecht stehender Mensch, und jeder vertikale Körper, gar keinen Schatten wirft, weil er gerade unter ihn fällt: man nennt sie daher Unschattige oder Schattenlose (*Ascii*). Zu andern Zeiten des Jahrs geht die Sonne durch ihren Meridian, zwischen dem Zenith und dem Aequator, oder zwischen dem Zenith und Pol; die Schatten fallen also zu Mittage, in einer Jahrszeit nach dem Nordpol hin, nach Norden, in der andern nach Süden: aus diesem Grunde nennt man die Bewohner der heißen Zone auch Zweyschattige (*Amphiscii*) **. In der gemäßigten Zone

---

* περὶ, um; σκιὰ, der Schatten.

** ἄμφω, beyde.

endlich fallen die Schatten des Mittags immer nach derselben Seite, nämlich in der nordlichen Halbkugel nach Norden, in der südlichen nach dem Südpol hin: die Bewohner der gemäßigten Zone heißen deshalb Einschattige (*Heteroscii*) *.

Folgende in der Geographie eingeführte Benennungen wird man jetzt leicht verstehen. Wenn man durch irgend einen Ort der Erde H und ihren Mittelpunkt C eine gerade Linie zieht, 33. Figur. so trifft sie die Erdfläche im gerade entgegengesetzten Punkt I, und die Bewohner dieser beyden Oerter stehn aufrecht nach den Richtungen H K und I L, so daß ihre Füße, H, I, gegen einander gekehrt sind: man nennt daher einen des andern Gegenfüßler (Antipoden) **. Sie wohnen unter entgegengesetzten Meridianen, P H Q, P I Q, und unter entgegengesetzten Parallelen: die nordliche Breite des einen, E H, ist der südlichen Breite des andern, A I, gleich, und der Unterschied ihrer Länge beträgt 180°. Sie haben daher beständig entgegengesetzte Jahres- und Tages-Zeiten: es ist in H Frühling, Sommer, Morgen, Mittag, wenn es in I Herbst, Winter, Abend, Mitternacht ist. Das Zenith des einen ist das Nadir des andern. Nebenbewohner (*Perioeci*) *** heißen diejenigen, die in demselben Meridian P A Q, in gleichen Entfernungen vom Aequator, aber an entgegengesetzten Seiten wohnen, wie B, F. Ihre Länge ist die nämliche, aber die nordliche Breite des einen, A B, ist der südlichen Breite des andern, A F, gleich: sie haben also beständig dieselben Tageszeiten, aber entgegengesetzte Jahreszeiten. Gegenwohner (*Antoeci*) heißen endlich solche, die in demselben Parallel, B D, und in entgegengesetzten Meridianen, P B Q, P D Q, wohnen, wie B, D, oder F, G.

---

* ἕτερος, einer oder der andere.

** ἀντὶ, gegen; πόδες, die Füße.

*** περὶ, neben; οἶκος, Haus, Wohnung.

Sie haben die nämliche nordliche oder südliche Breite, ihre Längen sind aber um 180° verschieden. Ihre Jahrszeiten sind immer die nämlichen, ihre Tageszeiten aber sind gerade entgegengesetzt.

Dämmerung. §. 93. Eine der weisesten und gütigsten Einrichtungen der Natur ist die Eigenschaft der Luft, vermöge welcher sie die auf sie fallenden Lichtstrahlen zurück wirft, und dadurch einen Theil der Erde erleuchtet, der von der Sonne unmittelbar kein Licht erhalten kann. Ohne diese Oekonomie der Natur würden nur diejenigen Körper erleuchtet werden, die den Sonnenstrahlen unmittelbar ausgesetzt sind: jeder undurchsichtige Körper würde einen großen Theil der Erdfläche durch seinen Schatten völlig unsichtbar machen: alle Körper würden entweder im hellen Sonnen-Lichte glänzen, oder in völliger Finsterniß liegen: es würde nur vollkommen heitere Tage oder dunkle Nächte geben, und die bewölkten Tage, die den grösten Theil des Jahres ausmachen, würden finsterer als die schwärzeste Nacht seyn: in dem Augenblick, da die Sonne aufgeht, würde die Nacht plötzlich in Tag verwandelt werden: nicht die rosenfingrige Aurora, nicht das sanfte Licht der Dämmerung würde unsre noch matten Augen auf die Ankunft der strahlenden Gottheit des Tages vorbereiten, und uns über ihre Abwesenheit trösten. Die wohlthätigen Folgen dieser Einrichtung empfinden besonders die Bewohner der kalten Zone: ein langer Morgen und Abend verkürzt ihren traurigen Winter, und macht ihre Nächte zu einem der schönsten Schauspiele der Natur.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß, obgleich die Strahlen von jedem leuchtenden Körper in gerader Linie ausgehen, dennoch alle im Schatten liegenden Gegenstände vom Sonnenlichte erleuchtet werden, und daß selbst der bewölkteste Tag eine Erleuchtung gibt, die das Licht des Vollmondes unendlich übertrifft: man nennt diese Erleuchtung Tages-Licht zum Unterschiede des

Sonnen-Lichts. Nach Norden liegende Zimmer, in die kein Sonnenstrahl dringen kann, werden durch das Tageslicht vollkommen erleuchtet, und zwar desto mehr, je freyer die Aussicht ist. Hier ist nichts was ihnen Licht geben könnte, als die Luft des nordlichen Himmels, die von den Sonnenstrahlen erleuchtet wird, und das empfangene Licht, gleich einem Spiegel, auf die im Schatten liegenden Gegenstände zurück wirft. Aus dieser Reflexion der Luft entsteht die blaue Farbe eines heitern Himmels, die Morgen- und Abend-Röthe, und die Dämmerung. Die Erdkugel A H C R ist von der Luft B Z D E ein- 35. Figur.
geschlossen, die sie in der Entfernung von wenigen Meilen, gleich einer kugelförmigen Schale, von allen Seiten umgibt, und wegen dieser Form und der darin schwimmenden Dünste, Dunstkreis, Atmosphäre * genannt wird. Wenn die Sonne in S unter dem Horizont B H R D eines Orts A ist, so können ihre Strahlen diesen Ort nicht erreichen, sondern werden von der Erdfläche in a aufgefangen; allein der von der Sonne erleuchtete Theil der Atmosphäre D F Z G wirft die empfangenen Strahlen auf die Erde in A zurück: und die dadurch verursachte Dämmerung wird desto stärker seyn, je grösser der Theil der Atmosphäre D F G ist. Wenn die Sonne niedriger unter dem Horizont nach T herabsinkt, so rückt der Punkt G nach Z, und der Theil der Atmosphäre, welcher Lichtstrahlen nach A werfen kann, wird immer kleiner: das Licht der Dämmerung nimt ab, und wird endlich völlige Nacht, wenn die Sonne so tief unter dem Horizonte steht, daß man die kleinsten Sterne sehen kann. Bey der Bestimmung dieser Tiefe der Sonne läst sich keine Genauigkeit erwarten, da dabey so vieles von der Schärfe der Augen und dem Zustande der Luft abhängt. Indeß nimt man mehrentheils in der Astronomie an, daß, wenn die Sonne

---

* ἀτμὸς, Ausdünstung; σφαῖρα, die Kugel.

18 Grade unter dem Horizont ist, die kleinsten Sterne sichtbar werden, also die Morgen-Dämmerung anfängt, und die Abend-Dämmerung aufhört.

Verlängerung des Tages.

§. 94. Durch diese Einrichtung der Natur wird nicht allein unser Tag beträchtlich verlängert, sondern die unmerklichen Abstufungen, durch die sich das Licht allmählig mit der Finsterniß vermischt, haben den wohlthätigsten Einfluß auf unsre Augen. In unserm gemäßigten Erdstriche dauert die Morgen- und Abend-Dämmerung im Winter 2 bis 3 Stunden, so daß der kürzeste Tag um 5 bis 6 Stunden dadurch verlängert wird: und unter der Polhöhe von 60 Graden hat man im Sommer 4 Monate hindurch gar keine vollkommene Nacht. Da die Sonne 50 Tage vor und nach der Nachtgleiche eine Abweichung von 18° hat, so ist unter dem Pol die Tiefe der Sonne unter dem Horizont während 100 Tage kleiner als 18°, und eben so lange dauert die Dämmerung: so daß die lange Polar-Nacht dadurch um 100 Tage abgekürzt wird.

Die Luft hat nicht allein die Kraft, die Lichtstrahlen zurück zu werfen, sondern auch sie zu brechen: und diese Strahlenbrechung oder Refraktion, von der in der Folge ausführlich gehandelt wird, verursacht, daß alle Weltkörper uns höher scheinen, als sie wirklich sind, und daß ein Stern im Horizont erscheint, wenn er wirklich noch 34′ unter dem Horizont ist. Da überdem die Sonne einen scheinbaren Halbmesser von 16′ hat, so wird ihr öberster Rand im Horizont sichtbar seyn, wenn ihr Mittelpunkt 50′ unter dem Horizont ist. Dieser Umstand macht, daß man unter dem Pol einen Theil der Sonne ungefähr fünf Tage länger sieht, als ohnedem geschehen würde, und daß man unter dem Nord- und Süd-Pole zugleich die ganze Sonne über dem Horizonte sehen kann. Durch diese weise Oekonomie der Natur ist nicht allein beständig auf einem

weit größerem Theile als der Hälfte der Erdkugel Tag, sondern überhaupt jeder Ort der Erde hat im Ganzen weit mehr als ein halbes Jahr Tag; und selbst unter den Polen ist es nur 77 Tage vollkommene Nacht, die aber durch den großen Glanz der Sterne, des Mondes und der Nordlichter, in jenen Gegenden sehr erhellt wird. Dagegen muß freylich ein trüber Himmel, der mit Sturm und Schneegestöber dort einige Tage, oder vielmehr einen Theil der Nacht von mehr als 24 Stunden anhält, das schrecklichste seyn, was man sich denken kann.

Dritter Abschnitt.

Vom Zeit-Maaße.

Erstes Kapitel.

Länge des Jahres.

Verschiedene Jahre.

§. 95. So bald die Astronomen anfingen, die vier Hauptpunkte der Sonnenbahn zu beobachten, um daraus die Länge des Jahrs zu bestimmen, so konnte ihnen die Bemerkung nicht entgehen, daß die Sonne von einer Nachtgleiche bis zur nächsten Sonnenwende mehr oder weniger Zeit gebraucht, als von der Sonnenwende bis zur Nachtgleiche, daß sie also die vier Quadranten ihrer Bahn (§. 57.) in ungleichen Zeiten durchläuft, oder mit einem Worte, daß ihre wahre Bewegung nicht gleichförmig ist: und in der That ward diese Bemerkung schon vor 2000 Jahren von Hipparch gemacht. Indeß war es natürlich zu vermuthen, und die ersten Beobachtungen schienen es zu bestätigen, daß die Sonne am Ende eines jährlichen Umlaufs dieselbe Geschwindigkeit wider erreicht, die sie im Anfange hatte, daß alle Ungleichheiten sich im Laufe eines Jahres ergänzen, daß folglich alle ganzen Jahre von gleicher Länge sind, wenn gleich die einzelnen Theile der Sonnenbahn nicht mit der nämlichen Geschwindigkeit durchlaufen werden. Ob diese Voraussetzung richtig sey, ob ein Jahr so groß wie das andre sey, ob das Jahr ab oder zunehme: das läst sich nur aus den zu verschiedenen Zeiten gemachten genauen Bestimmungen des Jahres, und aus der Vergleichung dieser Resultate mit einander entscheiden.

Die Zeit in der die Sonne einen ganzen Umlauf an der Sphäre macht oder zu machen scheint, die Zeit die sie gebraucht, um zu demselben Ort am Himmel zurück zu kehren, heist überhaupt ein Jahr: es wird daher so vielerley Jahre geben, als es verschiedene Arten giebt, die Oerter an der Sphäre zu bestimmen. Wären alle Punkte unbeweglich, wodurch man den Ort eines Weltkörpers bestimmt, so wäre es gleichgültig, welcher von diesen Punkten zur Bestimmung eines Sonnen-Umlaufs gebraucht würde: alle diese Jahre würden von gleicher Länge seyn, wenn gleich ihr Anfang und Ende in verschiedene Zeiten fiele. Allein die einzigen unbeweglichen Punkte des Himmels sind die Fixsterne; die Aeqvinoktialpunkte hingegen, die zur Bestimmung der Länge und Rektaszension der Weltkörper dienen, haben eine sehr merkliche Bewegung (§. 65.). Hieraus entstehen also zweyerley Jahre, nachdem man den Umlauf der Sonne in Absicht auf die Fixsterne oder auf die Aeqvinoktialpunkte bestimmt: das erstere heist das Stern-Jahr, und ist der einzige wahre Umlauf der Sonne; das andere heist das tropische Jahr (in Absicht auf die Wendekreise, *Tropici*), und ist kürzer als das Stern-Jahr. Die Länge beyder Jahre muß durch das einzige gleichförmige Zeitmaaß angegeben werden, das man in der Astronomie kennt: und dies ist die tägliche Umwälzung der Sphäre. Die Frage ist also: wie oft wälzt sich die Sphäre um, wie oft geht ein Stern oder auch die Sonne durch einen gegebenen Meridian, in der Zeit die die Sonne gebraucht, um zu demselben Stern oder Aeqvinoktialpunkt zurück zu kehren?

Die Sorgfalt womit die Egyptier den helischen Aufgang (§. 52.) des Sirius beobachteten, der ihnen die nahe Ueberschwemmung des Nils verkündigte, ließ sie bald bemerken, daß immer zwischen dem ersten Erscheinen dieses Sterns vor der aufgehenden Sonne 365 Tage verliefen: und so entstand das Jahr von 365 Tagen. Fortgesetzte Beobachtungen zeigten aber, daß der Sirius nach einiger Zeit nicht mehr an demselben

Tage des Jahrs zuerst erschien, sondern alle vier Jahre um einen Tag später, also erst nach viermal 365 Jahren oder nach 1460 Jahren wider an dem nämlichen Tage: so entstand die Sothische Periode von 1460 oder 1461 Jahren, und so war die Entdeckung leicht gemacht, daß das Jahr ungefähr aus $365\frac{1}{4}$ Tagen besteht.

Das Stern-Jahr.

§. 96. Durch das Zurückweichen der Aequinoktialpunkte wird die Rektaszension jedes Sterns, aber nicht der zwischen zwey Weltkörpern enthaltene Bogen des Aequators oder der Unterschied ihrer Rektaszensionen geändert. Die oben (§. 46. 62.) erklärte Methode gibt also ein sehr leichtes Mittel an die Hand, die Länge des Sternjahrs zu bestimmen, welches sich am deutlichsten durch ein Beyspiel darstellen läst. Gesetzt, man habe am 1 Julius die Kulmination der Sonne und eines Fixsterns beobachtet, und aus der zwischen beyden Kulminationen verflossenen Zeit der Uhr, deren Gang man auf die oben erklärte Art kennen gelernt hat, gefunden, daß die Sonne im Augenblick ihrer Kulmination, oder dem wahren Mittage, um 157° 31′ 26″ in der Rektaszension westlicher war als der Stern. Dieselbe Beobachtung sey am folgenden 1 und 2 Julius, also nach 365 und 366 Tagen widerholt, und der Unterschied der Rektaszensionen sey an beyden Mittagen 157° 46′ 36″ und 156° 47′ 28″ gefunden. In 24 Stunden oder 86400 Sekunden hat sich also die Sonne dem Stern um 59′ 8″ oder 3548″ genähert, und nach 365 Tagen hatte sie noch 15′ 10″ oder 910″ zu durchlaufen, um dieselbe Entfernung vom Sterne, nämlich 157° 31′ 26″ zu erreichen. Zu diesem Bogen des Aequators gebraucht sie 22160 Sekunden oder 6 Stund. 9 Min. 20 Sek. wie man aus der Proportion,

$$3548 : 910 = 86400 : 22160$$

findet. Hieraus folgt demnach die Länge des Stern-Jahrs = 365 Tage 6 St. 9 M. 20 S.

Diese im Laufe eines einzigen Jahres bestimmte Länge desselben ist sehr unzuverlässig, weil selbst die sorgfältigsten und

mit den vortrefflichsten Werkzeugen angestellten Beobachtungen von Fehlern nie ganz frey sind. Da die Unterschiede der Rektaszensionen durch die verflossenen Zeiten bestimmt werden, und in 24 Stunden 360 Grade des Aequators, also in einer Sekunde 15″ durch den Meridian gehn, so würde, wenn man sich auch nur in allen drey Beobachtungen zusammen um 1 Sekunde geirrt hätte, hieraus ein Fehler von 15″ in der Rektaszension entstehn. Da nun die Sonne in 365 Tagen ihre Rektaszension um fast 360°, also in 24 Sekunden um 1″ ändert, so würden jene 15″ einen Fehler in der Länge des Jahrs von 15 mal 24 Sekunden oder 6 Minuten verursachen. Hipparch hatte daher schon den glücklichen Gedanken, nicht die Länge eines einzelnen Jahres unmittelbar zu bestimmen, sondern sie aus der Zeit herzuleiten, die die Sonne gebraucht hat, eine große Menge ganzer Umläufe zu vollenden. Auf diese Art wird durch die bey der ersten und letzten Beobachtung begangenen Fehler, nicht die Länge eines Jahres, sondern die ganze Zeit, in der alle diese Umläufe verrichtet sind, verändert: der Einfluß der Fehler auf die Länge des Jahres ist also desto geringer, je weiter die Beobachtungen von einander entfernt sind. Wenn z. B. zwischen beyden Beobachtungen 360 Jahre verflossen sind, und derselbe Fehler von 6 Minuten dabey begangen ist, so findet man die Zeit von 360 Jahren um 6 Minuten zu groß oder zu klein, wodurch bey jedem Jahre nur ein Fehler vom 360sten Theil von 6 Minuten, d. i. von 1 Sekunde entsteht. Hierin besteht eben der große Werth, den die alten Beobachtungen für uns haben. Da aber die ältesten Beobachtungen besonders die Zeit der Nachtgleichen zum Gegenstande hatten, so können sie uns nur zur Bestimmung des tropischen Jahres dienen.

Das tropische Jahr.

§. 97. Das tropische Jahr ist die Zeit, in der die Sonne einen Umlauf längs der Ekliptik oder dem Aequator macht, folglich ihre Länge und Rektaszension um 360° zunimt, oder die Zeit von einer Nachtgleiche oder Sonnenwende bis zur andern.

Diese Zeit, von der unsre Jahrszeiten unmittelbar abhängen, wird also durch die Vergleichung zweyer beobachteten Nachtgleichen oder Sonnenwenden gefunden: und wir haben gesehen (§. 72.), wie diese Beobachtungen angestellt werden. Ein wirkliches Beyspiel wird am deutlichsten zeigen, wie sich das tropische Jahr aus der Vergleichung der ältern und neueren Beobachtungen ergibt.

Im Jahr 146 vor Chr. Geb. beobachtete Hipparch zu Alexandrien die Frühlings-Nachtgleiche d. 24 Märtz a. St. 5 Minuten vor Mittage. Eben diese Nachtgleiche ward von Cassini zu Paris, 1735 den 21 Märtz n. St. um 2 Uhr 20 Min. 40 Sek. des Morgens beobachtet. Da nun der Unterschied zwischen dem alten und neuen Styl 11 Tage betrug, und Alexandrien östlich von Paris liegt, also die Uhr dort um so viel voraus geht, so war die letztere Beobachtung, nach der in Alexandrien gebrauchten Zeit, am 10 Märtz um 4 Uhr 12 Min. 26 Sek. Morgens gemacht. Es waren also in der Zeit zwischen beyden Beobachtungen, 1735 und 145 oder 1880 Julianische Jahre von $365\frac{1}{4}$ Tagen, weniger 14 Tage 7 Stund. 42 Min. 34 Sek. verflossen, und in dieser Zeit war die Sonne 1880 mal wider in der Frühlings-Nachtgleiche gewesen. Die in 1880 tropischen Jahren verflossene Zeit ist demnach 1880 mal $365\frac{1}{4}$ Tage, weniger 14 Tage 7 Stund. 42 M. 34 S. folglich die Zeit eines Jahres, $365\frac{1}{4}$ Tage weniger den 1880sten Theil von 14 T. 7 St. 42 M. 34 S. oder 365 T. 6 St. weniger 10 Min. $58\frac{1}{6}$ S. und dies gibt die Länge des tropischen Jahrs = 365 Tage 5 St. 49 M. $1\frac{5}{6}$ Sek.

Da die Bewegung der Sonne nicht gleichförmig, sondern bald langsamer bald geschwinder ist, so wäre es möglich, daß diese Ungleichheiten nicht von ihrer Lage gegen die Aequinoktialpunkte abhingen: und dann könnte ihre Bewegung in der zweyten Beobachtung z. B. schneller als in der ersten gewesen seyn, obgleich beyde im Frühlings-Punkt gemacht sind. Die Nacht-

gleiche würde alsdenn früher eingefallen seyn, als es geschehn seyn würde, wenn die Sonne sich gleichförmig bewegt hätte. Da man hier nun die mittlere Länge des Jahres sucht, die eine gleichförmige Bewegung der Sonne voraussetzt, so muß man noch verschiedene kleine Korrektionen anbringen, die sich erst in der Folge erklären lassen. Man muß ferner sich nicht mit diesem einen Resultat begnügen, sondern aus mehreren Beobachtungen ein mittleres Resultat ziehen. Auf diesem Wege sind die Astronomen erst seit kurzem zu einer sehr genauen Kenntniß von der Länge des Jahres gelangt; und man ist jetzt einig, die Länge des tropischen Jahres zu 365 Tagen 5 Stunden 48 Min. 48 Sek. anzunehmen.

Genauere Bestimmung des Stern-Jahres.

§. 98. Am Ende eines tropischen Jahres hat die Sonne wider denselben Grad der Länge erreicht, den sie im Anfange hatte; allein die Länge aller Sterne hat in dieser Zeit um $50\frac{1}{10}''$ zugenommen (§. 65. 66.). Die Sonne wird demnach am Ende des tropischen Jahrs um 50″ weiter nach Westen von jedem Stern entfernt seyn, als sie im Anfange war: sie hat also in einem tropischen Jahre, in Absicht auf die Fixsterne keinen vollkommenen Umlauf gemacht, sondern nur 360 Grade weniger 50″,1 durchlaufen. Man findet demnach die Zeit eines ganzen Umlaufs in Absicht auf die Fixsterne, durch die Proportion: 360° weniger 50″,1 zu 360° wie das tropische Jahr zum Stern-Jahre, d. i.

1295949,9 : 1296000 = 365 T. 5 St. 48 M. 48 S. : 365 T. 6 St. 9 M. 8 S.

welches die Länge des Stern-Jahrs ist, wenn das jährliche Zurückweichen der Aequinoktialpunkte zu $50\frac{1}{10}''$ angenommen wird.

Mittlerer Werth einer Größe.

§. 99. Wenn man von dem mittleren Werthe einer Größe im Gegensatz ihres wahren Werthes redet, so setzt man voraus, daß diese Größe in der That bald größer bald kleiner, mit einem Worte, daß sie veränderlich sey; und man versteht unter ihrem mittleren Werthe denjenigen der so beschaffen ist, daß die Größe, wenn sie diesen Werth durchgängig hätte, die-

selbe Wirkung hervorbringen würde, die sie in der nämlichen Zeit durch ihre veränderlichen Werthe wirklich hervorgebracht hat: es ist also das was man im gemeinen Leben durch den Ausdruck, im Durchschnitt, versteht. Dieser mittlere Werth ist mit dem Mittel, oder demjenigen Werthe der von dem grösten und kleinsten gleich weit entfernt ist, nur dann einerley, wenn der wahre Werth einer Größe sich eben so oft, so lange, und so weit, über dem Mittel erhebt, als drunter herab sinkt. Wenn z. B. die äußersten Gränzen einer Größe zwey und sechs sind, so ist das Mittel vier; wenn aber die Größe nur selten unter 4 fiel, und sich öfter der Zahl 6 als der Zahl 2 näherte, so wird auch der mittlere Werth, der dieselbe Wirkung thun soll, größer als 4 seyn. Man sieht leicht, daß ein solcher mittlerer Werth sich nicht bey solchen Größen, die in einem fort wachsen oder abnehmen, sondern nur bey solchen angeben läßt, die bald steigen bald fallen, so daß ihre Aendrungen oder Ungleichheiten sich in einer gewissen Zeit ergänzen und aufheben, oder mit einem Worte, periodisch sind. Bey der Eingeschränktheit des menschlichen Geistes würde es uns unmöglich seyn, die verwickelten Wirkungen der Natur, mit allen ihren Ungleichheiten, mit einem Blick zu übersehen: wir müssen, um uns die Sache zu erleichtern, von jenen Anomalien anfänglich abstrahiren, statt der veränderlichen Ursache uns eine beständige, gleichförmig wirkende fingiren, deren Werth wir aus der Wirkung bestimmen, die jene veränderliche Ursache in einer gewissen Zeit hervorgebracht hat: und dies ist ihr mittlerer Werth. Nur alsdenn erst kann man, durch Vergleichung dieses Werths mit einzelnen Erfahrungen und Beobachtungen, untersuchen, wie der wahre Werth in jedem Augenblick von dem mittleren abweicht, und so endlich zur Kenntniß aller Ungleichheiten gelangen. Der mittlere Werth wird also durch die Wirkungen bestimmt, die alle wahren Werthe in einer gewissen Periode hervorbringen: man würde daher verschiedene mittlere Werthe erhalten, nachdem man sie durch diese oder jene Periode bestimmte.

Wenn z. B. eine Größe in jedem Jahre zwischen den Gränzen 4 und 20, in der ersten Hälfte des Jahres aber zwischen 4 und 12, in der andern zwischen 12 und 20 schwankte, so würde ihr mittlerer Werth ungefähr 12 seyn; und doch würde man ihn entweder zu 8 oder zu 16 bestimmt haben, nachdem man die erste oder die zweyte Hälfte des Jahres zum Grunde gelegt hätte: indessen würde man selbst in solchem Falle den richtigen Werth 12 erhalten, wenn man aus beyden verschiedenen Resultaten wider den mittleren Werth nähme. Diese Unbestimmtheit fällt weg, wenn man die Periode zum Grunde legt, in der alle Ungleichheiten oder Anomalien ihren Kreislauf vollendet haben, und von neuem anfangen: wir wollen sie die anomalistische Periode nennen. In jeder solchen Periode folgen alle Anomalien in derselben Ordnung wider: also erfolgen auch die nämlichen Wirkungen, und die Summe aller Wirkungen, wodurch der mittlere Werth bestimmt wird, ist am Ende jeder Periode von gleicher Größe. Hätte man die doppelte Periode zum Grunde gelegt, so wäre die Wirkung zwar noch einmal so groß gewesen; aber in dieser doppelten Zeit hätte auch derselbe mittlere Werth eine doppelte Wirkung hervorgebracht: man erhält also denselben mittleren Werth, man mag die anomalistische Periode selbst, oder eine Zeit zur Basis annehmen, die dieselbe genau einige Male enthält; das Resultat wird sogar, wegen der unvermeidlichen Beobachtungs-Fehler, desto genauer werden, je mehr anomalistische Perioden die zur Basis angenommene Zeit enthält (§. 96.). Es kömmt also bey dieser Art von Untersuchungen alles darauf an, die anomalistische Periode genau zu kennen: und so lange man sie nicht kennt, ist das einzige Mittel zu einiger Genauigkeit zu gelangen, daß man entweder den mittleren Werth durch verschiedene Perioden bestimmt, je mehrere desto besser, und aus allen diesen Resultaten ein Mittel nimt, oder daß man die Zeit so groß wie möglich annimt, damit, wenn sie gleich nicht genau eine Anzahl anomalistischer Perioden

enthält, der Ueberschuß, durch die Vertheilung über alle in der Zeit verflossenen Perioden, einen geringen Einfluß bekomme.

Anwendung auf die Sonnen-Bahn.

§. 100. Auf ähnliche Art muste man auch mit der Sonnen-Bahn verfahren. Die Geschwindigkeit, womit sich die Sonne in ihrer jährlichen Bahn bewegt, kann man als die Ursache ansehen, deren Wirkung der durchlaufene Bogen ist. Dürfte man nun annehmen, daß das Jahr selbst die anomalistische Periode sey, so könnte man die Zeit eines Jahres zum Grunde legen, um die gleichförmige oder beständige Geschwindigkeit der Sonne zu suchen, die in eben der Zeit eines Jahres dieselbe Wirkung hervorbringt, nämlich den Bogen von 360°, den die Sonne mit ihrer veränderlichen Geschwindigkeit wirklich durchläuft. Allein die anomalistische Periode ist weder mit dem tropischen, noch mit dem Stern-Jahre völlig einerley: eine gewisse Anzahl Jahre wird also nicht genau eine ganze Zahl anomalistischer Perioden enthalten; und der Ueberschuß wird einen, wiewol desto weniger schädlichen Einfluß haben, je größer die verflossene Zeit ist. Die hieraus berechnete mittlere Geschwindigkeit der Sonne war indeß richtig genug, um durch ihre Vergleichung mit den Beobachtungen, oder mit der wahren Geschwindigkeit, nicht allein die anomalistische Periode, sondern auch das Gesetz kennen zu lernen, wonach sich die Ungleichheiten der Sonne während dieser Periode ändern: und nun war man im Stande, die Ungleichheiten von den Beobachtungen, wodurch die Länge des Jahrs bestimmt war, abzusondern, und so selbst den Einfluß zu berechnen, den jener Ueberschuß auf die Bestimmung des Jahres haben konnte. Hierin bestehen eben jene kleinen Korrektionen (§. 97.), wodurch man endlich nach und nach, durch mehrere Abstufungen, zu einer so genauen Kenntniß des Sonnen-Jahrs gelangt ist. Was man auf diese Art erhält, ist das mittlere Jahr: denn da das Jahr mit der anomalistischen Periode nicht genau übereinkömmt, so müssen die einzelnen Jahre von verschiedener Länge seyn, weil der Ueberschuß jedes Mal ein andrer Theil der anomalistischen Periode ist,

also bald größere, bald geringere Grade von Geschwindigkeit enthält. Die mittleren Jahre, d. h. die von allen bekannten Ungleichheiten befreyten Jahre, sind aber alle von gleicher Größe, so lange sich keine bis jetzt unbekannten Anomalien einmischen.

Mittlere Bewegung der Sonne.

§. 101. Der Bogen, den die Sonne in einer gegebenen Zeit durchläuft, wird in der Astronomie auch ihre Bewegung in dieser Zeit, ihre Sekular-Bewegung, ihre jährliche, tägliche, stündliche Bewegung genannt: und man versteht nun leicht, was ihre wahre und ihre mittlere Bewegung ist. Da die Sonne sich ungleichförmig bewegt, so wird sie zu verschiedenen Jahrszeiten, oder eigentlich zu verschiedenen Zeiten ihrer anomalistischen Periode, in gleichen Zeiträumen ungleiche Bogen durchlaufen: ihre wahre tägliche Bewegung z. B. wird bald mehr bald weniger als einen Grad betragen. Die mittlere Bewegung hingegen ist der Bogen, den die Sonne mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchläuft (§. 100.): die mittleren Bewegungen verhalten sich also wie die Zeiten worin diese Bogen beschrieben sind, und sind in gleichen Zeiten beständig von gleicher Größe, die dadurch bestimmt wird, daß die Sonne mit dieser gleichförmigen Geschwindigkeit, in einem Jahre, in hundert, in tausend Jahren, eben so viele Grade, Minuten, rc. durchlaufen würde, als sie in der nämlichen Zeit mit ihrer veränderlichen Geschwindigkeit wirklich thut. Da man nun die Länge des mittleren tropischen Jahrs, d. h. die Zeit kennt, worin die Sonne mit dieser mittleren oder gleichförmigen Geschwindigkeit 360 Grade der Länge durchläuft, und die mittleren Bewegungen sich wie die Zeiten verhalten, so findet man durch eine einfache Regel de Tri, die mittlere Bewegung in jedem Zeitraume, z. B. in einem Tage: es verhält sich nämlich ein tropisches Jahr zu einem Tage, wie 360° zur mittleren täglichen Bewegung. Da also die Länge des tropischen Jahrs (§. 97.) 365 T. 5 St. 48 M. 48 S. oder 31556928 Sek. ist, und 360° = 1296000″ sind, so erhält man folgende Proportion:

31556928 : 86400 = 1296000″ : 3548″, 33018;

mithin ist die mittlere tägliche Bewegung der Sonne = 59′ $8\frac{1}{3}$″. Der 24ste Theil hievon giebt die mittlere stündliche Bewegung = 2′ $27\frac{5}{6}$″ oder 2′ 27″, 8471. Dividirt man dies durch 60, so erhält man die mittlere Bewegung in einer Minute = $2\frac{1}{2}$″ oder 2″, 464; und in einer Sekunde = $\frac{1}{25}$″ oder 0″, 041.

Auf eben die Art findet man, daß die Sonne in einem gemeinen Jahre von 365 Tagen, 359° 45′ $40\frac{1}{2}$″, und in einem Schalt-Jahre von 366 Tagen, 360° 44′ 48″, 8 ihrer Bahn durchläuft.

Durch die umgekehrte Proportion findet man die Zeit, die die Sonne nach ihrer mittleren Bewegung gebraucht, jeden Bogen ihrer Bahn zu durchlaufen. Sie gebraucht z. B. etwas mehr als 24 Sek. zu 1″, sie gebraucht 24 Min. 21 Sek. zu 1′, 24 Stund. 20 Min. 58 Sek. zu 1°, und 365 Tage 5 St. 48 Min. 48 Sek. um einen ganzen Umlauf von 360° zu machen.

Wahre und mittlere Länge der Sonne.

§. 102. Die Länge der Sonne ist der Bogen der Ekliptik zwischen dem Frühlingspunkt und dem Mittelpunkt der Sonne (§. 56.), oder der Punkt der Ekliptik, zu dem die Sonne durch ihre eigene Bewegung am Ende einer gewissen Zeit gelangt ist. Die wahre Länge ist der Ort der Ekliptik, in dem sich die Sonne wirklich befindet, die mittlere Länge aber der Ort, in dem sie sich befinden würde, wenn sie beständig mit gleichförmiger oder mittlerer Bewegung fortgegangen wäre. Man findet also die wahre Länge durch Beobachtungen, und die mittlere, indem man die einer gegebenen Zeit zukommende mittlere Bewegung (§. 101.) zu irgend einer bekannten mittleren Länge addirt. Es ist daher leicht, die mittlere Länge der Sonne für jede Zeit durch bloße Addition oder Subtraktion zu finden, wenn man sie nur für irgend eine Zeit kennt: und es entsteht nun die Frage, wie man zu dieser Kenntniß gelange. Der Unterschied der wahren und mittleren Länge rührt von der ungleichförmigen Bewegung der Sonne her. Der wahre Ort ist

vor dem mittleren voraus, wenn die wahre Sonne schneller läuft, als ein mit der mittleren Geschwindigkeit fortgehender Körper, den wir die mittlere Sonne nennen wollen. Wenn z. B. die wahre tägliche Bewegung der Sonne 59′ 10″ ist, so eilt sie in jedem Tage der mittleren Sonne um 2″ vor (§. 101.): die wahre Länge wird also am Ende des ersten Tages um 2″, nach 2 Tagen um 4″, nach 3 Tagen um 6″, ꝛc. größer seyn, als die mittlere. Dieser Unterschied beyder Längen wird unaufhörlich wachsen, so lange die wahre Bewegung die mittlere noch übertrifft; und er wird erst zu wachsen aufhören, folglich am grösten seyn, wenn beyde Bewegungen gleich sind. Aus der Summe aller größeren oder geringeren Geschwindigkeiten in einer gewissen Zeit entsteht der Unterschied beyder Längen, oder die Gleichung des Mittelpunkts der Sonne, die zur mittleren Länge addirt, oder davon subtrahirt, die wahre Länge gibt. Kennt man also diese Gleichung, so kann man auch jede wahre oder beobachtete Länge in die mittlere verwandeln, wenn man mit ihr die nämliche Gleichung auf entgegen gesetzte Art verbindet, als man thun müste, um aus der mittleren Länge die wahre zu finden.

§. 103. Die Ungleichheit der Sonne, oder die Gleichung des Mittelpunkts, läst sich nur erst bestimmen, wenn man ihre wahre Bahn kennt; und diese Untersuchung gehört in die theorische Astronomie. So bald sie aber bekannt ist, so bald man weiß, was man in jedem Punkt der Sonnen-Bahn zur mittleren Länge addiren muß, um die wahre Länge zu finden, darf man nur irgend eine Länge der Sonne beobachten, und von dieser wahren Länge die Gleichung des Mittelpunkts, die dieser Länge zukömmt, subtrahiren, um die mittlere Länge der Sonne in diesem Augenblick zu finden. Jede solche mittlere Länge, mit ihrer zugehörigen Zeit, kann nun zur Epoche * dienen, von der

Epoche. Sonnen-Tafeln.

---

* Anfang einer Periode; von ἐποίχομαι, herankommen, eintreten.

man ausgeht, um für jede andre Zeit die mittlere Länge zu finden, indem man die mittlere Bewegung in der Zeit, die nach der Epoche verflossen oder vorhergegangen ist, zur Epoche addirt oder davon subtrahirt. Da also alle mittlere Längen von der Epoche abhängen, so muß man die äußerste Sorgfalt sowol bey der Beobachtung als bey der Berechnung anwenden, um die wahre Länge richtig zu finden, und daraus eine genaue Epoche herzuleiten. Hierauf beruht die Einrichtung der Sonnen-Tafeln. Man findet darin zuerst die mittlere Länge oder Epoche von Jahr zu Jahr, von den frühesten Zeiten der Astronomie bis etwa 100 Jahre nach unserer Zeit, und dann die mittlere Bewegung von einem Tage bis zu 365 Tagen, von 1 Stunde bis zu 24, von 1 bis zu 60 Minuten und Sekunden: diese Tafeln sind hinlänglich, um für jede vergangene und zukünftige Zeit die mittlere Länge zu finden. Alsdenn folgt die Gleichung des Mittelpunkts und die übrigen kleinen Ungleichheiten der Sonne, die von der Wirkung andrer Weltkörper herrühren, und in der physischen Astronomie erklärt werden. Aehnliche Korrektionen findet man auch für die Entfernung der Sonne von der Erde. Die übrigen Tafeln enthalten die Schiefe der Ekliptik für jede Zeit, die Berechnung der Rektaszension und Abweichung aus der Länge, und andere Dinge, die erst in der Folge erklärt werden können.

Zweytes Kapitel.

Mittlere Zeit.

Allgemeines Zeitmaaß.

§. 104. Der Raum ist das unermeßliche Meer, in dem alle zugleich existirenden Körper umher schwimmen; die Zeit ist

der Strom, auf dem die Welt-Begebenheiten aus der Zukunft, durch die Gegenwart, in die Vergangenheit hinüber fließen. Die vergangene Zeit ist nicht mehr, die Zukunft ist noch nicht, nur der gegenwärtige Augenblick ist. Was ist aus jener geworden? Wer rief die Zukunft ins augenblickliche Daseyn, um sie sogleich wider zu vernichten? Oder ist das Ganze vielleicht ein Nichts? Ist die gegenwärtige Zeit eben so wol nur eine Idee unsers Verstandes, als die Vergangenheit und Zukunft? — Unzählige solcher Fragen, die eben so unnütz als schwer zu beantworten sind, ließen sich hier aufwerfen. Der Metaphysiker mag einen Ausgang aus diesem Labyrinthe suchen; wir wollen uns an das halten, was sich hiebey messen läst, und dadurch für die Astronomie wichtig wird. Hamm.

Raum und Zeit muß man sich beyde ohne Gränzen denken (§. 2.), jenen der Ausdehnung, diese der Dauer nach. Wer vermag die Quelle des Stroms der Zeiten zu bestimmen? wer die Mündung, wo er sich in das Meer der Ewigkeit ergießt? Die absolute Zeit läst sich daher so wenig angeben, als der absolute Raum. Nur die Vergleichung einzelner Theile der Zeit mit einander, die relative Zeit ist ein Gegenstand unsrer Messungen. Wir bezeichnen die Zeit einer Begebenheit durch die welche vor ihr vorher gingen, und die auf sie folgten: wir bestimmen die Dauer eines Zeit-Theils durch sein Verhältniß gegen andre bekannte Perioden. Wenn wir aber aufmerksam untersuchen, was uns eigentlich einen bestimmten Begrif von der Dauer einer gewissen Zeit gibt, so werden wir finden, daß dies nichts anders ist, als die größere oder geringere Menge der in diesem Zeitraume vorgefallenen Begebenheiten oder Veränderungen. Zwar sind diese nicht die Theile selbst, aus denen die Zeit besteht, nicht die Wasser-Tropfen, sondern fremde Körper die auf dem Strome der Zeit dahin schwimmen; wenn man aber überzeugt ist, daß gleiche Theile des Stroms auch eine gleiche Anzahl fremder Körper tragen, oder daß diese auf der Oberfläche desselben gleichförmig vertheilt sind, so kann

man den Strom eben so wohl durch die Anzahl der vorüber fließenden Körper als der Wasser-Tropfen messen. Es gibt keine Art von Veränderungen, über deren gleichförmigen oder ungleichförmigen Gang wir so genaue Untersuchungen anstellen können, als die Bewegung der Körper. Ob sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändere, ob er sich schneller oder langsamer als ein andrer bewege, welchen Weg er in jeder Zeit duchlaufen habe, — dies läst sich mit der grösten Genauigkeit untersuchen: jede Bewegung kann also zum Zeitmaaße dienen, von der wir versichert sind, daß sie in gleichen Zeiten immer gleich groß sey, daß die durchlaufenen Wege sich wie die Zeiten verhalten, kurz, daß die Bewegung gleichförmig sey. Freylich läst sich die Gleichförmigkeit einer Bewegung nicht ohne ihre Vergleichung mit der Zeit bestimmen, d. h. mit der Bewegung einer Maschine deren Gang gleichförmig ist, einer Uhr: und so muß es wenigstens eine Bewegung in der Natur geben, deren Gleichförmigkeit nicht bloß durch Versuche, sondern durch Schlüsse bewiesen ist. Eine solche Bewegung ist die eines Körpers der sich um einen festen Punkt frey drehen kann, einer Kugel die sich um ihren Mittelpunkt schwingt, eines Gewichts das an einer Stange oder einem Faden herab hängt, und Pendel genannt wird. Die Art, wie die Kraft der Schwere auf die Körper wirkt, und die davon herrührenden Gesetze des Falls der Körper beweisen, daß alle Schwingungen, die ein solcher Pendel macht, in gleichen Zeiten geschehen, so lange seine Länge nicht geändert wird, daß aber die Zeit jeder Schwingung mit der Länge des Pendels wächst und abnimt. Jede einzelne Schwingung eines Pendels von bestimmter Länge kann also zum Zeitmaaße dienen; und die Entdeckung dieses Natur-Gesetzes hat die Astronomen in den Stand gesezt, die Zeit mit der grösten Genauigkeit zu messen, und sich besonders von der Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung zu überzeugen, die sich freylich auch durch mechanische Grundsätze beweisen läst. Die Schwingung eines Pendels von bestimmter Länge ist daher das beqvemste Mittel,

die Zeit zu messen oder zu zählen. Ist sie aber auch die bequemste Einheit, womit alle andre Zeiten verglichen werden sollen? Der Begrif von der Zeit einer solchen Schwingung ist zu abstrakt und trocken, ihre Dauer zu kurz, und die Maschine zu künstlich, um wenigstens im gemeinen Leben dazu zu dienen, jede Zeit dadurch auszudrücken. Ein für das gemeine Leben brauchbares Zeitmaaß, oder die Einheit der Zeit, muß weder zu groß noch zu klein seyn: ihre Gränzen müssen von der Natur selbst mit starken Farben gezeichnet seyn: sie muß für sich ein Ganzes seyn, muß einen merklichen Abschnitt im menschlichen Leben machen, muß die Norm der natürlichen Verrichtungen und der bürgerlichen Geschäfte seyn, muß endlich auf eine in die Sinnen fallende Art in mehrere Theile zerfallen.

Stern-Zeit.

§. 105. Es gibt keine Periode unsers Lebens, die alle diese Fodrungen so vollkommen befriedigt, als die 24 Stunden eines Tages, oder die Zeit von einem Mittage oder von einer Nacht zur andern. Da aber die Sonne, wegen der Ungleichförmigkeit ihrer jährlichen Bewegung, bald mehr bald weniger Zeit gebraucht, um zum Meridian zurück zu kehren, so scheint es natürlicher, die Umwälzung der ganzen Sphäre, die vollkommen gleichförmig geschieht (§. 17. 30.), zum Zeitmaaße anzunehmen: und dies heist Zeit der ersten Bewegung (*tempus primi mobilis*) oder Stern-Zeit. Die Zeit von der Kulmination eines Sterns bis zur nächsten, oder die Zeit einer täglichen Umwälzung der Sphäre, heist ein Stern-Tag, und wird in 24 Stern-Stunden getheilt, deren jede 60 Minuten enthält, ꝛc. (§. 89.). Eine nach solcher Zeit regulirte Stern-Uhr soll also 24 Stunden zählen, oder ihr Sekunden-Pendel soll 86400 Schwingungen machen, in der Zeit da die Sphäre einen ganzen Umlauf macht, oder da 360° oder 1296000″ des Aequators und jedes Parallels durch den Meridian gehen. In einer Stunde gehen also $\frac{360}{24}$ oder 15 Grade durch den Meridian und jeden andern Stunden-Kreis; in einer Minute 15′, in einer Sekunde 15″, in 4 Sekunden 1′, in 4 Minuten

1°, in 6 Stunden 90°, in 12 Stunden 180°, ꝛc. welches alles, wegen der Gleichförmigkeit der täglichen Bewegung, durch eine bloße Regel de Tri gefunden wird. Es ist am natürlichsten, den Stern-Tag oder die 24 Stunden der Stern-Uhr in dem Augenblick anzufangen, da der Anfangs-Punkt des Aequators ♈ durch den Meridian geht: alsdenn wird die Uhr immer 0 oder 24 Stunden zeigen, wenn der Kolur der Frühlings-Nachtgleiche im Meridian liegt; sie wird 12, 6, 18 Stunden zeigen, wenn die Kolure der Herbst-Nachtgleiche, des Sommer- und des Winter-Solstitzes im Meridian liegen; sie wird 1 Uhr, 2 Uhr, ꝛc. zeigen, wenn der Frühlings-Punkt 15°, 30°, ꝛc. westlich vom Meridian entfernt ist; überhaupt wird man den in diesem Augenblick kulminirenden Punkt des Aequators (*ascensio recta medii coeli*) in Graden, Minuten, und Sekunden erhalten, wenn man die Stunden, Minuten, und Sekunden der Uhr mit 15 multiplizirt; und jeder Stern wird in dem Augenblick kulminiren, da seine in Zeit verwandelte, oder durch 15 dividirte Rektaszension von der Uhr angezeigt wird. Diese Multiplikation und Division durch 15, findet man in den astronomischen Tafeln unter dem Titel, **Verwandlung der Zeit der ersten Bewegung in Bogen des Aequators, und umgekehrt.** Wegen des Zurückweichens der Aequinoktialpunkte, gebraucht ein Stern mehr Zeit zu einem täglichen Umlauf, als die Punkte des Aequators (§. 65.); da dies aber nur im ganzen Jahre 50″ beträgt, welches eine Zeit von $3\frac{1}{3}$ Sekunden ausmacht, so ist der Unterschied zwischen Zeit der ersten Bewegung und Stern-Zeit in mehreren Monaten noch nicht merklich.

Mittlere Sonnen-Zeit.

§. 106. So bequem dieses Zeitmaaß, wegen seiner vollkommenen Gleichförmigkeit, für den astronomischen Gebrauch ist, so wenig schickt es sich für das gemeine Leben, weil ein solcher Stern-Tag im Frühlinge des Mittags, im Sommer des Morgens, im Herbste um Mitternacht, und im Winter des Abends, anfangen würde. Für die bürgerlichen Geschäfte, die, so lange

der Mensch der Natur getreu bleibt, mit dem Tages-Laufe anfangen und aufhören, ist unstreitig das beqvemste Zeitmaaß der wahre Sonnen-Tag, oder die Zeit von einem Mittage oder von einer Mitternacht bis zur andern. Da aber diese Zeit, wegen der ungleichförmigen Bewegung der Sonne, sich das ganze Jahr durch ändert, so würden die Uhren äußerst künstlich zusammengesetzt seyn müssen, wenn sie beständig mit der Sonne, bey allen ihren Ungleichheiten, überein kommen sollten. Es ist daher nothwendig, die Uhren nach einem gleichförmigen Tage zu reguliren, der aber nicht wie der Stern-Tag, bald bey Tage bald bey Nacht anfängt, sondern zwar dem wahren Sonnen-Tage bald voreilt, bald zurück bleibt, sich aber nie sehr weit von ihm entfernt, und am Ende des Jahres wider genau mit ihm zusammen trifft. Man wird leicht von selbst darauf fallen, daß dieser Tag durch die mittlere Bewegung der Sonne bestimmt werden müsse (§. 101.), die immer gleichförmig ist, und am Ende des Jahres mit der wahren Bewegung wider überein kömmt. Ein mittlerer Sonnen-Tag wird demnach die Zeit zwischen zwey auf einander folgenden Kulminationen der mittleren Sonne (§. 102.) seyn, und sein Unterschied vom Stern-Tage wird durch die mittlere Bewegung der Sonne in einem Tage bestimmt. Da aber die mittlere Sonne die Ekliptik gleichförmig durchläuft, die Umwälzung der Sphäre aber nicht längs der Ekliptik, sondern längs dem Aeqvator gleichförmig geschieht, so würden auch die nach der Bewegung der mittleren Sonne bestimmten Tage nicht von gleicher Größe seyn. Um daher einen Sonnen-Tag von beständiger Größe zu erhalten, muß man noch eine dritte Sonne annehmen, die wir die eingebildete Sonne nennen wollen, welche in eben der Zeit, wie die wahre und die mittlere Sonne, einen ganzen Umlauf von 360° macht, aber nicht ungleichförmig wie die wahre Sonne, sondern gleichförmig wie die mittlere, auch nicht wie die mittlere Sonne, in der Ekliptik, sondern im Aeqvator ihre Bahn verrich-

tet, in welchem sie in gleichen Zeiten dieselben Bogen durchläuft, wie die mittlere Sonne in der Ekliptik.

Vergleichung der Stern-Zeit mit mittlerer Sonnen-Zeit.

§. 107. Diese eingebildete Sonne durchläuft also, vermöge ihrer eigenen Bewegung, von einer Kulmination bis zur andern, einen Bogen des Aequators von 59′ $8\frac{1}{3}$″ von Westen nach Osten (§. 101.): d. h. in einem mittleren Sonnen-Tage gehen 360° 59′ $8\frac{1}{3}$″ des Aequators durch den Meridian; folglich in einer Stunde mittlerer Sonnen-Zeit 15° 2′ 27″,85; in einer Minute 15′ 2″,46; in einer Sekunde 15″,04. Diese Berechnung findet man in den astronomischen Tafeln unter der Rubrik, **Verwandlung der mittleren Sonnen-Zeit in Theile des Aequators, und umgekehrt.** Indem sich 360° 59′ $8\frac{1}{3}$″ des Aequators durch den Meridian schieben, verfließt eine Stern-Zeit von 24 Stund. 3 Min. 56,55 Sek. (§. 105.): mithin sind 24 Stunden mittlerer Sonnen-Zeit 24 Stunden 3 M. 56,55 S. Stern-Zeit gleich; woraus durch die Regel de Tri folgt, daß 24 Stunden Stern-Zeit 23 St. 56 M. 4,1 S. Sonnen-Zeit, oder 24 Stunden weniger 3 Min. 55,9 Sek. gleich sind. Der mittlere Sonnen-Tag ist also um 3 Min. $56\frac{1}{2}$ Sek. Stern-Zeit länger als der Stern-Tag; der Stern-Tag ist um 3 Min. 55,9 Sek. Sonnen-Zeit kürzer als der Sonnen-Tag; und in 23 Stund. 56 M. 4 S. mittlerer Sonnen-Zeit macht die Sphäre einen ganzen Umlauf. Diese Verhältnisse sind hinlänglich, jede mittlere Sonnen-Zeit in Stern-Zeit, und umgekehrt, zu verwandeln; die Regel de Tri gibt nämlich folgende Vergleichungen: eine Stunde mittlerer Sonnen-Zeit ist gleich 1 Stunde 9,85 Sek. Stern-Zeit; eine Stunde Stern-Zeit ist gleich 59 Min. 50,17 Sek. Sonnen-Zeit, u. s. w. Diese Berechnungen finden sich in den astronomischen Tafeln unter den Rubriken, **Voreilung der Fixsterne in mittlerer Sonnen-Zeit, und Verspätung der mittleren Sonne in Stern-Zeit.**

Drittes Kapitel.

Wahre Zeit.

§. 108. Die wahre Zeit an jedem Orte der Erde wird durch die Lage der wahren Sonne gegen den Meridian dieses Orts bestimmt, so wie die mittlere Zeit durch die Lage der eingebildeten Sonne. Es ist wahrer Mittag in dem Augenblick, da die wahre Sonne kulminirt; es ist Mitternacht, wenn sie in der entgegengesetzten Hälfte des Meridians unter dem Horizont ist; es ist 1, 2, 3, ꝛc. Uhr nach Mittage, wenn sie um 15°, 30°, 45°, ꝛc. des Aequators westlich vom Meridian, d. h. wenn ihr westlicher Stunden-Winkel 15°, 30°, ꝛc. ist; es ist endlich 13, 14 Uhr, d. i. 1, 2, nach Mitternacht, oder 11, 10 Stunden vor Mittage, wenn der östliche Stundenwinkel der wahren Sonne 165°, 150°, ꝛc. ist. Man findet also die wahre Sonnen-Zeit aus dem beobachteten Stunden-Winkel der Sonne, vollkommen auf eben die Art, nämlich durch die Division mit 15 (§. 105.), wie die Stern-Zeit aus dem Stunden-Winkel des Frühlings-Punkts. In der Astronomie ist es gebräuchlich, jeden Tag mit dem Mittage, d. h. mit der Kulmination desjenigen Weltkörpers anzufangen, durch dessen täglichen Umlauf der Tag gemessen wird. Der Stern-Tag, oder der wahre, und der mittlere Sonnen-Tag, fangen also an, wenn der Frühlings-punkt, oder die Mittelpunkte der wahren und der eingebildeten Sonne im Meridian sind. Es ist 1 Uhr Stern-Zeit, wahrer oder mittlerer Sonnen-Zeit, wenn der westliche Stunden-Winkel jener drey Punkte 15° ist, ꝛc. Wenn z. B. der westliche Stunden-Winkel des Frühlings-Punkts ♈ 100°, der wahren Sonne ♈ 91°, der mittleren Sonne ♈ 89° ist, so ist es nach Stern-Zeit 6 Uhr 40 Minuten, nach wahrer Sonnen-Zeit 6 Uhr 4 Minuten, und nach mittlerer Sonnen-Zeit 5 Uhr 56 Min. Es kömmt demnach bey dieser Vergleichung alles auf den Bogen des Aequators, oder den Stunden-Winkel am Pol an,

Vergleichung aller drey Zeiten.

der zwischen dem Frühlings-Punkt und den Mittelpunkten der wahren oder der eingebildeten Sonne liegt: und dieser Bogen wird in mittlere Sonnen-Zeit verwandelt, weil die Astronomen sich dieser Zeit bey allen ihren Rechnungen und Beobachtungen bedienen.

Zeitgleichung.

§. 109. Man erhält die wahre oder die mittlere Sonnen-Zeit, wenn man den westlichen Stunden-Winkel der Mittelpunkte der wahren oder der eingebildeten Sonne mit 15 dividirt, und zum Mittage addirt, oder den östlichen Stunden-Winkel durch 15 dividirt, und von 24 Stunden subtrahirt: man findet also den Unterschied beyder Zeiten, oder die Zeitgleichung, indem man den zwischen den Mittelpunkten beyder Sonnen eingeschlossenen Bogen des Aequators durch 15 dividirt; und dieser Bogen ist der Unterschied zwischen den Rektaszensionen der wahren und der eingebildeten Sonne, oder zwischen der wahren und der mittleren Rektaszension der Sonne (§. 106.). Die letztere ist der mittleren Länge gleich, weil die mittlere und die eingebildete Sonne zugleich aus dem Frühlings-Punkt auslaufen, und in derselben Zeit eines tropischen Jahres einen Umlauf machen, jene in der Ekliptik, diese im Aequator. Der Unterschied der wahren und mittleren Sonnen-Zeit, oder die Zeit-Gleichung, ist demnach der Unterschied zwischen der wahren Rektaszension der Sonne und ihrer mittleren Länge, durch 15 dividirt. Die letztere findet man für jede mittlere Zeit, aus der Epoche und der mittleren Bewegung (§. 102.): die erstere findet man entweder unmittelbar durch eine Beobachtung (§. 70.), oder man sucht aus der mittleren Länge, durch Addition der Gleichung des Mittelpunkts (§. 102.), die wahre Länge, und berechnet hieraus die wahre Rektaszension (§. 58.), oder wie man es zu nennen pflegt, man reduzirt den wahren Ort der Sonne auf den Aequator. Die Zeitgleichung besteht demnach aus zwey Theilen, nämlich der Gleichung des Mittelpunkts nebst den kleinen Gleichungen der Sonne, die von den Wirkungen andrer Körper abhängen, wodurch ihr Ort in

der Ekliptik geändert, oder die mittlere in die wahre Länge verwandelt wird, und der Reduktion auf den Aequator: beyde durch 15 dividirt, geben zusammen die Zeitgleichung, die zur mittleren Zeit addirt werden muß, um die wahre Zeit zu finden; in den astronomischen Tafeln findet man diese beyden Theile berechnet. Hat man hingegen aus einer Beobachtung die wahre Zeit hergeleitet, so verwandelt man sie in mittlere Zeit, wenn man die Zeitgleichung auf entgegengesetzte Art mit der wahren Zeit verbindet, indem man sie nämlich subtrahirt oder addirt, wenn sie zur mittleren Zeit addirt oder davon subtrahirt werden sollte.

Ihre verschiedenen Werthe.

§. 110. Der erste Theil der Zeitgleichung hängt von der anomalistischen Periode (§. 99.), und von der Entfernung der Sonne von demjenigen Punkt ab, wo ihre Anomalie verschwindet, und die wahre Länge der mittleren gleich ist; der zweyte Theil aber hängt von der Länge der Sonne, oder von ihrer Entfernung vom Frühlingspunkt ab, wo die Reduktion auf den Aequator verschwindet, und die Länge der Rektaszension gleich ist. Die Zeitgleichung ist also $= 0$, wenn die wahre und die eingebildete Sonne zugleich in diesen beyden Punkten eintreffen. Da aber diese zwey Punkte jetzt um 100° von einander entfernt sind, und sich immer weiter entfernen, so müste man 4000 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung zurück gehen, um eine Epoche zu finden, da diese Punkte zusammen fielen, und dann die eingebildete Sonne mit der wahren zugleich aus dem Frühlingspunkt auslaufen lassen. Ohne aber so strenge systematisch zu verfahren, kann man aus den bekannten Zeiten der anomalistischen Periode und des Umlaufs der Sonne in der Ekliptik, für jede Zeit sowol den Unterschied zwischen der wahren und mittleren Länge, als zwischen der Länge und Rektaszension finden, und hieraus beyde Theile der Zeitgleichung berechnen. Da diese Theile ganz von einander unabhängig sind, und zu verschiedenen Zeiten ihren grösten und kleinsten Werth erhalten, so daß zuweilen die

eine subtrahirt, die andere addirt wird, und daß in einer Jahrszeit beyde sich verbinden, in einer andern entgegen wirken: so können sie sich im letztern Falle gegenseitig aufheben, so daß die Zeitgleichung verschwindet. Dies geschieht wirklich viermal im Jahre, nämlich in der Mitte des Aprils und des Junius, am Ende des Augusts und des Dezembers. Ihr gröster Werth beläuft sich auf 16 Min. 16 Sek. und wird im Anfange des Novembers zur mittleren Zeit addirt, um die wahre Zeit zu finden; gegen die Mitte des Februars werden 14 Min. 40 Sek. subtrahirt. In den astronomischen Ephemeriden enthält die erste Kolumne jedes Tages die mittlere Zeit im wahren Mittage, deren Unterschied von 12 Uhr die Zeitgleichung an diesem Tage ist: auf diese Zeit muß man also die Uhr, in dem Augenblick da die Sonne durch den Meridian geht, stellen, wenn sie mittlere Zeit zeigen soll. Nimt diese mittlere Zeit von einem Mittage bis zum andern zu, d. h. verlaufen mehr als 24 Stunden mittlerer Zeit in einem wahren Sonnen-Tage, so braucht die mittlere Sonne weniger Zeit zu einem täglichen Umlaufe, als die wahre Sonne: sie ist also durch ihre eigene Bewegung weniger nach Osten gerückt, als die wahre Sonne; oder die wahre Bewegung der Sonne im Aequator ist schneller, als die mittlere. Nimt aber die mittlere Zeit im wahren Mittage ab, so ist die wahre Bewegung langsamer als die mittlere. Aus den Ephemeriden sieht man, daß jetzt die wahre tägliche Bewegung der Sonne im Aequator, vom 11 Februar bis zum 15 May kleiner als die mittlere ($59' 8\frac{1}{3}''$) ist, dann bis zum 27 Julius größer, bis zum 3 November kleiner, und dann bis zum 11 Februar wieder größer. Die Zeitgleichung ist in den Ephemeriden nur für jeden Mittag angegeben; da sie sich aber von einem Mittage bis zum andern nur wenig ändert, so kann man ihren Werth für jede andere Zeit des Tages durch eine einfache Regel de Tri finden. Im Berlinschen astronomischen Jahrbuche für 1803 findet man z. B. die

mittlere Zeit im wahren Mittage am 11 Oktober = 11 Uhr 47 Min. 0 Sek., am 12 Oktober = 11 Uhr 46 Min. 45 Sek. Die Zeitgleichung, die zur mittleren Zeit addirt werden muß, um die wahre zu erhalten, ist also an diesen beyden Tagen 13 Min. und 13 Min. 15 Sek. nimt folglich in 24 Stunden um 15 Sek. zu: sie ist demnach am 11 Oktober um 8 Uhr Abends = 13 Min. 5 Sek.

Gleichförmiger Gang der Uhr.

§. III. Wenn der Astronom die Höhe eines Weltkörpers, oder seinen Durchgang durch den Meridian, oder irgend eine andre Erscheinung, mit der grösten Genauigkeit beobachtet hat, so erhält diese Beobachtung nur dann erst einigen Werth, wenn die Zeit derselben genau bekannt ist: denn daß der Stern die gemessene Höhe erreichen, daß er an diesem, so wie an jedem andern Tage, durch den Meridian gehen würde, wuste man ohnedem. Die Zeit jeder Beobachtung könnte nun zwar durch andre Beobachtungen zugleich bestimmt werden, z. B. durch die Höhe eines bekannten Sterns. Da aber hiezu nothwendig zwey Beobachter erfodert würden, die beyde Beobachtungen genau im nämlichen Augenblick machten, da ferner jede Zeit-Bestimmung eine weitläuftige Rechnung erfodern würde, so ist der Gebrauch der Uhren, diese wichtige Erfindung, die der neuern Astronomie vor der ältern so große Vortheile gibt, zur Bestimmung der Zeit nicht allein ohne Vergleich beqvemer, sondern auch genauer. Damit aber der Astronom sich auf den Gang seiner Uhr vollkommen verlassen könne, muß es seine vornehmste Beschäftigung seyn, ihren Gang unabläßig zu beobachten, ihre Fehler mit der grösten Sorgfalt zu untersuchen, und ihnen wo möglich abzuhelfen, oder doch ein Tagebuch darüber zu führen, das ihn in den Stand setzt, für die Zeit jeder Beobachtung den Fehler anzugeben, den die Uhr alsdenn hatte. Es gibt Uhren, deren Gang so fehlerhaft ist, daß sie, so zu sagen, ihrem Eigensinne folgen, bald voreilen bald zurück bleiben, ohne daß es möglich ist, weder eine gewisse Ordnung

in ihren Fehlern, noch die Ursache derselben zu entdecken: solche Uhren sind dem Astronomen von wenigem Nutzen. Andre Uhren haben Fehler, denen sich entweder leicht abhelfen läst, oder die doch leicht zu entdecken sind, und ihren schädlichen Einfluß verlieren, sobald sie entdeckt sind: solche Uhren sind fast eben so nützlich, als wenn sie von allen Fehlern frey wären. Eine Uhr geht entweder bloß zu früh oder zu spät, oder sie geht auch zu schnell oder zu langsam: im erstern Falle darf sie bloß ein für allemal nach der mittleren Zeit gestellt werden, um beständig mit ihr überein zu kommen. Eilt die Uhr vor, und zwar entweder immer fort, so daß sie in jedem mittleren Sonnen-Tage mehr als 24 Stunden zeigt, oder doch im Ganzen mehr, als sie zurück bleibt, so daß sie am Ende jedes Jahres um etwas beträchtliches vor der mittleren Zeit voraus ist, so ist ihr Gang zu schnell, das Pendel zu kurz: man muß also die Entfernung des Gewichts am Pendel vom Aufhänge-Punkt, vermittelst der unten befindlichen Schraube verlängern; im entgegengesetzten Falle aber, wenn die Uhr zu langsam geht, das Pendel verkürzen. Hiedurch wäre nun den Fehlern der Uhr völlig abgeholfen, wenn sie beständig in gleichen Zeiten um gleich viel vor der mittleren Zeit voreilte oder zurück bliebe, wenn also ihr Gang gleichförmig, nur nicht der mittleren Zeit gleich wäre, wenn sie z. B. nachdem sie an einem Mittage nach der mittleren Zeit gestellt ist, am folgenden Mittage 12 Uhr 20 Sek. am dritten 40 Sek. am vierten 1 Minute ꝛc. zeigte; man wird aber nicht leicht eine Uhr finden, die immer vollkommen gleichförmig ginge, und es erfodert eine eigene Rechnung, um aus dem ungleichförmigen Gange einer Uhr doch die richtige Zeit herzuleiten.

Ungleichförmiger Gang der Uhr.

§. 112. Eine Uhr geht mit veränderlicher Geschwindigkeit, oder ihr Gang ist ungleichförmig, wenn sie nicht immer in der Zeit, da gleiche Bogen des Aequators durch den Meridian gehen, gleiche Zeiten anzeigt, wenn sie also in gleichen

Zwischenräumen bald mehr bald weniger der mittleren Zeit voreilt, oder zurück bleibt; allein die Uhr würde ganz untauglich seyn, wenn man nicht annehmen dürfte, daß sie wenigstens eine kurze Zeit den nämlichen Gang beybehielte, so daß sie ihre Geschwindigkeit nicht stoßweise, sondern durch unmerkliche Abstufungen ändert. Wenn z. B. die Uhr an einem Mittage mit der mittleren Zeit übereinkömmt, am folgenden Mittage 20 Sek. voraus ist, am dritten Mittage 44 Sek., am vierten 1 Min. 12 Sek., so eilt sie in den ersten 24 Stunden 20 Sekunden, in den folgenden 24 Sekunden, 28 Sek. ꝛc. vor: man kann also weder 20, noch 24, noch 28 Sek. als ihre tägliche Voreilung annehmen; man wird aber weniger irren, wenn man ihre Acceleration in 24 Stunden während des ersten Tages = 20 Sek., während des zweyten = 24 Sek. ꝛc. setzt. Indeß ist dies nicht völlig richtig: denn da ihre Acceleration vom ersten bis zum zweyten Tage um 4 Sek. zugenommen hat, so muß man voraus setzen, daß sie auch während jedes Tages allmählig zunimt, weil sie ihren Gang nicht plötzlich am Ende jedes Tages ändert. Sie wird also in 12 Stunden um 2 Sek. zunehmen, folglich um die Mitternacht des ersten Tages nicht 10, sondern nur 9 Sek. vor der mittleren Zeit voraus seyn, damit sie in den folgenden 12 Stunden um 11 Sek., also in 24 Stunden um 20 Sek. voreilt: man könnte daher ohne beträchtlichen Fehler annehmen, daß die Uhr, mit gleichförmiger Bewegung, in der erstern Hälfte des ersten Tages 12 Stunden 9 Sek., und in der letztern Hälfte 12 Stunden 11 Sek. zeigte, und daraus, durch die Regel de tri, die mittlere Zeit für jede Zeit der Uhr an diesem Tage berechnen. Die Uhr habe z. B. im Augenblick einer Beobachtung 4 Uhr gezeigt, so schließt man: in 12 Stunden eilt sie 9 Sek. vor, also in 4 Stunden 3 Sek.; die mittlere Zeit war also 3 Uhr 59 Min. 57 Sek. Zeigte die Uhr 17 Stunden oder 5 Uhr Morgens, so schließt man: in 12 Stunden eilt sie 11 Sek.

vor, also in 5 Stunden 4, 6 Sek.; um Mitternacht aber war sie schon 9 Sek. voraus, also um 5 Uhr Morgens 13, 6 Sek.: die mittlere Zeit der Beobachtung war demnach 16 Uhr 59 Min. 46, 4 Sek. In diesem Beyspiele war der Gang der Uhr nicht gleichförmig, ihre Acceleration ward aber in gleichen Zeiten um gleich viel, nämlich täglich um 4 Sek., also gleichförmig beschleunigt. Wie man sowol in solchen Fällen, als auch, wenn der Gang der Uhr noch größere Unregelmäßigkeiten hat, die richtige Zeit aus der Uhr-Zeit genau berechnet, läst sich ohne analytische Rechnungen nicht zeigen; es wird aber die eben erklärte Rechnung in den meisten Fällen hinlängliche Genauigkeit geben.

Berichtigung der Uhr durch Beobachtungen.

§. 113. Die Prüfung der Uhr hat zwey Gegenstände: 1) ob sie richtig gestellt sey, wie viel sie mehr oder weniger zeige, als mittlere Zeit; 2) ob ihr Gang gleichförmig sey, um wie viel sie schneller oder langsamer als die mittlere Zeit gehe. Ersteres könnte man ihren absoluten, letzteres ihren relativen Fehler nennen, und beyde müssen durch Vergleichung mit den Beobachtungen, also mit der wahren Zeit untersucht werden; es ist aber bereits gezeigt, wie die wahre Zeit durch die Zeitgleichung in mittlere verwandelt werde (§. 109.). Das einfachste Mittel, beyde Fehler zugleich zu finden, ist unstreitig die tägliche Beobachtung der Sonne im Meridian vermittelst des Passage-Instruments. Die mittlere Zeit im wahren Mittage, oder die Zeitgleichung, gibt unmittelbar die mittlere Zeit aller dieser Beobachtungen; und ihre Vergleichung mit der Uhr-Zeit zeigt nicht allein, wie viel die Uhr an jedem Mittage zu viel oder zu wenig zeigt, sondern auch wie viel sie in 24 Stunden von Tage zu Tage voreilt oder zurück bleibt.

Da man aber nicht immer Gelegenheit hat, eine genaue Mittagslinie zu ziehen, so verdient die Beobachtung korrespondirender Höhen der Sonne den Vorzug (§. 33. 59.). Das Mittel zwischen den Zeiten, die die Uhr im Augenblick bey-

der gleichen Höhen zeigte, würde genau die Uhr-Zeit im wahren Mittage geben, wenn die Sonne in beyden Beobachtungen gleiche Abweichung gehabt, oder wenn sie sich in dem nämlichen Parallel bewegt hätte. Da sie aber ihre Abweichung unaufhörlich ändert, so wird sie Nachmittags, wenn ihre nordliche Abweichung zugenommen hat, bey gleicher Entfernung vom Meridian noch höher stehen als Vormittags: sie wird sich also noch weiter entfernen müssen, um zu derselben Höhe herab zu sinken; und das Mittel zwischen den Zeiten beyder Beobachtungen wird in eine Zeit fallen, da die Sonne schon durch den Meridian gegangen war. Dieser Umstand macht es nothwendig, bey den korrespondirenden Sonnen-Beobachtungen eine Korrektion anzubringen, deren Entwickelung hier um so weniger nöthig ist, da man sie in allen astronomischen Tafeln unter der Rubrik, Verbesserung des Mittags aus korrespondirenden Sonnen-Höhen geschlossen, für jeden Zeitraum zwischen beyden Beobachtungen, und für jede Länge der Sonne, also für jeden Tag des Jahres, findet. Man erhält auf diese Art die Zeit der Uhr im wahren Mittage, die mit der mittleren Zeit im wahren Mittage von Tage zu Tage verglichen, beyde Fehler der Uhr anzeigt.

Bey korrespondirenden Höhen eines Fixsterns hat man diese Korrektion nicht nöthig: das Mittel zwischen beyden Beobachtungen gibt unmittelbar die Uhr-Zeit im Augenblick der Kulmination des Sterns, also beyläufig auch die mittlere Zeit der Kulmination, weil man in den meisten Fällen den Gang der Uhr schon ungefähr kennt. Für diese mittlere Zeit berechnet man, aus den astronomischen Tafeln oder den Ephemeriden, die Rektaszension der Sonne, welche von der des Sterns abgezogen, den westlichen Stundenwinkel der Sonne im Augenblick der Kulmination, also mit 15 dividirt, die wahre Sonnen-Zeit gibt, woraus man durch die Zeitgleichung die mittlere Sonnen-Zeit findet.

Vor Erfindung der Uhren bestimmte man die wahre Zeit durch die Beobachtung von Stern- oder Sonnen-Höhen. 16. Figur. Diese beobachtete Höhe B F gibt die Entfernung vom Zenith Z B: kennt man also die Polhöhe des Orts (90° — P Z) und die Abweichung des Sterns (90° — P B), so berechnet man im Dreyeck P B Z, aus den drey Seiten, den Stundenwinkel Z P B, und verfährt damit wie oben.

Um den relativen Fehler der Uhr allein zu entdecken, gibt es ein sehr einfaches Mittel, welches sich darauf gründet, daß jeder Stern nach einer täglichen Umwälzung der Sphäre wider dieselbe Höhe erreicht. Richtet man also den Quadranten auf irgend einen Fixstern, bemerkt die Uhr-Zeit, da der Stern genau im Mittelpunkt des Quadranten ist, und läst das Instrument mehrere Tage nach einander unverrückt in dieser Lage, so findet man die Zeiten, die die Uhr während jeder Umwälzung der Sphäre, d. i. in 24 Stern-Stunden oder in 23 Stunden 56 Min. 4 Sek. mittlerer Sonnen-Zeit (§. 107.) zeigt: man überzeugt sich also, ob die Uhr gleichförmig oder ungleichförmig gehe, und wie viel sie vor der mittleren Zeit voreile oder zurück bleibe.

Ein noch einfacheres Mittel gewährt die Vergleichung der Sterne mit irdischen Gegenständen (§. 14.), wenn man jedes Mal die Zeit der Uhr bemerkt, da ein Stern hinter einem solchen Gegenstande verschwindet: die dazwischen verlaufene Zeit ist nämlich eine Umwälzung der Sphäre von 24 Stern-Stunden.

Viertes Kapitel.

Geographische Länge.

Die Länge der Oerter wird durch die Zeit gefunden.

§. 114. Die geographische Länge, durch welche, in Verbindung mit der Polhöhe, die Lage der Oerter auf der

Erde beſtimmt wird (§. 26.), kann nur durch aſtronomiſche Beobachtungen gefunden werden. Jeder Ort der Erde hat ſeinen Scheitelpunkt und Meridian am Himmel; dort zeigen ſie ſich dem Auge des Beobachters in ihrer gehörigen Lage gegen einander, wenn wir auf der Erde nur den Fleck überſehen können, den wir bewohnen: am Himmel alſo muß die Karte von der Erde aufgenommen werden, und die Geographie verdankt die Fortſchritte, die ſie in neuern Zeiten gemacht hat, nur der großen Vollkommenheit der aſtronomiſchen Werkzeuge und Beobachtungs-Methoden, und dem unermüdeten Fleiße der Aſtronomen. Allein auch für den Aſtronomen ſelbſt iſt die Beſtimmung der geographiſchen Länge ſeines Orts von der gröſten Wichtigkeit. Nur ſie ſetzt ihn in den Stand, die Zeit ſeiner Uhr mit der Zeit andrer Sternwarten zu vergleichen, die Beobachtungen andrer Aſtronomen, und die aſtronomiſchen Tafeln und Ephemeriden, die nur für einen gewiſſen Meridian berechnet ſeyn können, zu benutzen, und durch eigene Beobachtungen zur Erweiterung der Sternkunde etwas beyzutragen. Die Unterſchiede der Zeiten und der Längen hängen ſo genau zuſammen, daß der eine durch den andern unmittelbar beſtimmt wird. Die Stern-Zeit, die wahre und die mittlere Sonnen-Zeit wird an jedem Orte durch den Stunden-Winkel beſtimmt, den der Abweichungs-Kreis durch den Frühlings-Punkt, durch die wahre und durch die eingebildete Sonne, mit dem Meridian in dieſem Augenblick macht; und man findet den weſtlichen Stunden-Winkel des Frühlingspunkts oder der Sonne, wenn man die Stern- oder Sonnen-Zeit mit 15 multiplizirt. Der Unterſchied der Zeiten, die an zwey verſchiedenen Oertern im nämlichen Augenblick gezählt werden (es mag dies nun Stern-Zeit, oder wahre, oder mittlere Sonnen-Zeit ſeyn), gibt alſo unmittelbar den Unterſchied beyder Längen in Zeit, und mit 15 multiplizirt, in Graden. Es ſey z. B. in Paris eine Beobachtung um 2 Uhr 3 Min. 1 Sek. wahrer Sonnen-

Zeit gemacht, da zugleich die wahre Zeit in Petersburg 3 Uhr 54 Min. 59 Sek. war: so war die wahre Sonne im nämlichen Augenblick westlich vom Pariser Meridian 30° 45′ 15″, und vom Petersburger 58o 44′ 45″; sie lag also um 27° 59′ 30″ weiter nach Westen vom Petersburger Meridian als vom Pariser; oder Petersburg liegt östlich von Paris um 27° 59′ 30″, welches der Unterschied beyder Längen ist. Da nun Paris vom ersten Meridian 20° östlich liegt, so ist die östliche Länge von Petersburg vom ersten Meridian = 47° 59′ 30″. Wäre die Zeitgleichung an diesem Tage 13 Minuten, so wäre die mittlere Zeit an beyden Oertern 13 Min. weniger, folglich der Unterschied derselbe. Wenn endlich die Rektaszension der Sonne zur Zeit der Beobachtung 20° gewesen wäre, so wäre der Frühlings-Punkt um 20° weiter nach Westen entfernt gewesen als die Sonne, also der westliche Stunden-Winkel desselben von beyden Meridianen 50° 45′ 15″ und 78° 44′ 45″, und der Unterschied der nämliche: beyde Stern-Zeiten wären 3 Uhr 23 Min. 1 Sek. und 5 Uhr 14 Min. 59 Sek. gewesen, und hätten, mit 15 multiplizirt, denselben Unterschied der Länge gegeben.

Bestimmung der Länge durch Chronometer,

§. 115. Wie an jedem Orte und zu jeder Zeit der Stunden-Winkel der Sonne, also die wahre und mittlere Zeit gefunden werde, und wie man es durch fortgesetzte Beobachtungen dahin bringe, daß die Uhren in jedem Augenblick die richtige Zeit des Meridians, unter dem man beobachtet, anzeigen, ist ausführlich erklärt (§. 113.); es wird also zur Bestimmung der Länge nur noch erfodert, daß man zugleich die Zeit nach dem Meridian eines andern Orts kenne. Hiezu gibt es zwey Wege: entweder schreiben zwey Beobachter an beyden Oertern genau in demselben Augenblick die Zeit ihres Meridians auf, und vergleichen sie nachher; oder man bringt die Uhr des einen Orts selbst nach dem andern Orte hin, und vergleicht dort beyde Zeiten. Erstres setzt voraus, daß man Mittel habe, sich von der Identität der Zeitpunkte

beyder Beobachtungen zu überzeugen: das andre erfodert Uhren, deren Gang so regelmäßig ist, daß sie, wenn sie einmal nach einem Meridian, z. B. dem Londoner gestellt sind, mehrere Tage, unerachtet der Bewegung des Transports und der Veränderung der Temperatur und des Klima's, die Londoner Zeit entweder ganz genau angeben, oder mit einem Fehler, den man aus ihrem bekannten Gange berechnen kann, so daß man in jedem Augenblick, selbst in einer großen Entfernung von London, durch diese Uhren unmittelbar findet, welche Zeit es in London ist. Es wäre dies unstreitig das einfachste Mittel: man dürfte nur entweder durch eine Höhen-Messung, oder durch eine schon berichtigte Uhr, die Zeit des Orts, an dem man sich befindet, bestimmen, und sie mit der Londoner Zeit, die jene Uhr in demselben Augenblick anzeigt, vergleichen, um den Unterschied beyder Meridiane zu finden. Allein die Pendel-Uhren sind, unerachtet der großen Vollkommenheit zu der man sie gebracht hat, hiezu nicht brauchbar, weil sie ihren Gang während des Transsports nicht fortsetzen können. Die geschicktesten Künstler haben sich daher mit dem glücklichsten Erfolge bemühet, den Taschen-Uhren eine solche Einrichtung zu geben, daß sie weder durch die Veränderung der Wärme, noch durch die Bewegung auf der Reise, in ihrem gleichförmigen Gange gestört werden. Solche Uhren erhielten den Namen See-Uhren, weil sie besonders auf langen See-Reisen zur Bestimmung der Länge von großem Nutzen sind. Die neueste Art derselben, deren sich sowol der Seefahrer als der Astronom mit großem Vortheil bedient, sind unter dem Namen Chronometer bekannt. Durch die große Vollkommenheit, zu der die Künstler besonders der beyden großen Seemächte sie gebracht haben, und durch die Leichtigkeit der damit anzustellenden Beobachtungen, haben sie der Geographie bereits wichtige Dienste geleistet.

§. 116. Die andere Methode besteht darin, daß zwey entfernte Beobachter in dem nämlichen Augenblick die Zeit ih- durch Monds-Distanzen,

res Meridians bestimmen. Wenn die Oerter nicht zu weit entfernt sind, so läst sich dies durch Signale erreichen, die an einem oder dem andern Orte gegeben werden, z. B. durch Feuer, die plötzlich vermittelst eines Schirms auf- oder zugedeckt werden; und diese korrespondirenden Beobachtungen haben den Vorzug, daß man sie so oft man will widerholen, und daraus ein desto genaueres mittleres Resultat nehmen kann: sie sind daher bey dem Aufnehmen einer Provinz von großem Nutzen. Bey großen Entfernungen, wo sich diese Methode nicht anwenden läst, muß man die Signale benutzen, die der Himmel von Zeit zu Zeit gibt: und hiezu könnte jede eigene Bewegung der Weltkörper, jede wirkliche Veränderung ihres Orts an der Sphäre dienen. Die Zeit der Nachtgleichen, der Sonnenwenden, jede wahre Länge der Sonne könnte ein solches Signal abgeben, wenn ihre Bewegung nicht zu langsam wäre. Die Sonne durchläuft einen Bogen ihrer Bahn von 1″ in 24 Sek. (§. 101.): ein Fehler von 1′, den man in Bestimmung ihres Orts begangen hätte, würde also die Zeit um 24 Sek. unrichtig angeben, woraus ein Irrthum von 6′ oder dem zehnten Theile eines Grades in der Länge der Oerter entstehen würde. Mit größerem Nutzen ließ sich die Bewegung des Mondes gebrauchen, da sie 13 mal schneller als die der Sonne ist, folglich eine 13 mal größere Genauigkeit gibt. Diese Methode, die jetzt allgemein zur Bestimmung der Meereslänge eingeführt ist, besteht darin, daß man den wahren Ort des Mondes durch seine scheinbare Entfernung von der Sonne oder von Sternen, die mit dem Spiegel-Sextanten gemessen ist, bestimmt. Es werden hiezu eigentlich drey Beobachter, wovon der eine die Entfernung, und die andern beyden die Höhen beyder Weltkörper zugleich messen, und eine weitläuftige Rechnung erfodert, um aus der scheinbaren Entfernung die wahre herzuleiten. Diese wahre Entfernung wird dann in den Ephemeriden aufgesucht, wo die Entfernungen des Mondes von der Sonne und den

vornehmsten Sternen von drey zu drey Stunden für den Meridian von London oder Paris berechnet sind: der Unterschied dieser Zeit, und der Zeit da die Beobachtung auf der See gemacht ist, gibt den Unterschied der Länge zwischen London oder Paris und dem Orte des Schiffs. Die Richtigkeit dieser Methode beruht auf der Genauigkeit, womit die Entfernung des Monds von den Sternen oder sein wahrer Ort berechnet ist, folglich auf unsrer Kenntniß von der Bewegung dieses Weltkörpers: man begreift daher den Zusammenhang zwischen der Vervollkommnerung der Monds-Tafeln und der Auflösung des berühmten Problems der Meeres-Länge. Die neuesten Monds-Tafeln von H. Bürg geben die Meeres-Länge in größerer Genauigkeit, als der Schiffer es bedarf.

§. 117. Diese Beobachtungen haben unter andern den Vorzug, daß sie sich fast zu jeder Zeit, wenn der Mond sichtbar ist, anstellen lassen, und daher dem Schiffer ein leichtes Mittel an die Hand geben, von Zeit zu Zeit seine Schiffs-Rechnung zu berichtigen. Es gibt aber andere Erscheinungen am Himmel, die, wenn sie gleich nicht so häufig vorfallen, doch nicht weniger brauchbar sind. Einige darunter erscheinen an allen Orten, wo sie sichtbar sind, zu gleicher Zeit; sie sind wahre Signale, und würden daher, weil sie gar keine Rechnung erfodern, vor allen andern den Vorzug verdienen, wenn sie sich mit hinlänglicher Genauigkeit beobachten ließen. Hiezu gehören die Finsternisse des Monds und der Jupiters-Trabanten. In dem Augenblick da der Rand des Mondes, oder seine verschiedenen Flecken in den Schatten ein- und wieder austreten, zeigt sich dasselbe auf der ganzen Erde, wo der Mond über dem Horizont ist. Andere ähnliche Erscheinungen zeigen sich nicht auf der ganzen Erde zugleich und auf gleiche Art: es erfodert also eine Rechnung, um aus der Beobachtung die Zeit desselben Meridians herzuleiten, da diese Erscheinung im Mittelpunkt der Erde gesehen seyn würde. Hat man nun sowol diese Beobachtung

und durch Finsternisse.

als diese Rechnung an zwey Oertern gemacht, so hat man die Zeiten beyder Meridiane für denselben Augenblick, da die Erscheinung im Mittelpunkt der Erde sich zeigte, folglich den Unterschied der Zeiten und der Länge. Hiezu gehören die Sonnen-Finsternisse und die Bedeckungen der Sterne vom Monde: bey den erstern läst sich das Ende, bey den letztern der Anfang, besonders wenn der Stern hinter den dunkeln Monds-Rand trit, mit der größten Genauigkeit beobachten.

Fünftes Kapitel.

Auf- und Untergang der Weltkörper.

Halber Tagebogen der Sterne. 16. Figur.

§. 118. Der halbe Tagebogen eines Sterns L M oder M K ist der Bogen seines Parallels, den er von seinem Aufgange bis zur Kulmination, oder von dieser bis zum Untergange durchläuft. In dieser Zeit dreht sich der Stundenkreis P L V in die Lage P M A: die Hälfte der Zeit, die der Stern über dem Horizonte zubringt, ist also der Zeit gleich, in welcher sich der Bogen des Aequators A V, der mit dem Stunden-Winkel A P V gleich viel Grade hat, durch den Meridian schiebt. Wenn die Polhöhe des Orts P R, und die Abweichung des Sterns L V bekannt ist, so kann man im Dreyeck L P Z, aus den drey Seiten, P Z = 90° — P R, P L = 90° — L V, und Z L = 90°, den Stunden-Winkel L P Z berechnen, der dem halben Tagebogen gleich ist: man hat Tafeln berechnet, die für jede Polhöhe, und für jede Abweichung der Sterne, ihren halben Tagebogen geben. Dieser Bogen muß nun in Zeit verwandelt werden, d. h. man muß die Zeit suchen, in der sich der Bogen A V durch den Meridian schiebt. Kennt man dann die Zeit der Kulmination des Sterns in M, so wird jene Zeit von dieser abgezogen

oder dazu addirt, um den Augenblick zu finden, da der Stern in L auf- oder in K untergeht. Das erste was man vornehmen muß, ist also die Berechnung der Kulmination der Sterne, d. h. der Zeit, um welche er früher oder später als die Sonne kulminirt.

Kulmination der Fixsterne,

§. 119. Wenn N die Sonne und B ein Fixstern ist, so ist es wahrer Mittag oder o Uhr wahrer Zeit, wenn die Punkte N, A, M, im Meridian sind, und der Stern kulminirt, wenn der Punkt B oder *b* durch den Meridian geht: der Stern kulminirt also später als die Sonne um so viel Zeit, als der Bogen A *b* des Aequators gebraucht, durch den Meridian zu gehen. Der Punkt A wird durch die Rektaszension der Sonne im wahren Mittage bestimmt, *b* ist die unveränderliche Rektaszension des Sterns, die aus den astronomischen Tafeln gefunden wird. Die Ephemeriden geben die Rektaszension der Sonne in jedem wahren Mittage des Meridians, für den sie berechnet sind, also auch ihre Aendrung A *a* von einem Mittage bis zum andern, oder in 24 Stunden. Liegt nun der Ort, für den man die Kulmination eines Sterns berechnen will, um 15° westlicher als der Ort, für den die Ephemeriden berechnet sind, so fällt sein wahrer Mittag eine Stunde nach dem Mittage der Ephemeriden; und in dieser Zeit nimt die Aufsteigung der Sonne um den 24sten Theil ihrer täglichen Aendrung zu: addirt man also diesen Theil zu der Rektaszension des nämlichen Mittags in den Ephemeriden, so hat man die Aufsteigung der Sonne A im wahren Mittage seines Orts. Diese von der Rektaszension des Sterns subtrahirt, gibt den Bogen A *b*, und nun schließt man: von einem wahren Mittage bis zum andern geht der ganze Aequator und der Bogen A *a* durch den Meridian, weil die Sonne am nächsten Mittage nicht mehr in A sondern in *a* ist; wie viel Zeit braucht also der Bogen A *b*? oder 360° + A *a* zu A *b* wie 24 wahre Sonnen-Stunden zu der wahren Sonnen-Zeit, in der der Stern nach Mittage kulminirt.

Beyspiel. Es soll die Kulmination eines Sterns, dessen Rektaszension = 277° 12′ 17″ ist, für einen Ort berechnet werden, der um 15° westlich vom Meridian der Ephemeriden liegt, in welchem am wahren Mittage dieses Tages die Aufsteigung der Sonne = 38° 59′ 52″, und am folgenden Mittage = 39° 57′ 7″ ist. Die tägliche Aendrung ist demnach 57′ 15″, wovon der 24ste Theil 2′ 23″ zu 38° 59′ 52″ addirt, die Rektaszension der Sonne A im wahren Mittage unsers Orts = 39° 2′ 15″ gibt. Diese von 277° 12′ 17″ abgezogen, gibt den Bogen A *b* = 238° 10′ 2″; man schließt also: 360° 57′ 15″ zu 238° 10′ 2″ wie 24 Stunden zu 15 St. 50 Min. 9 Sek. Der Stern kulminirt also nach Mitternacht um 3 Uhr 50 Min. 9 Sek. wahrer Zeit, die man, vermittelst der Zeitgleichung, auch in mittlere Zeit verwandeln kann.

und der Planeten.

§. 120. Alle Weltkörper die eine eigene Bewegung haben, und die man überhaupt Planeten nennt, ändern ihre Rektaszension gleich der Sonne von einem Tage zum andern: der Punkt *b* rückt also in 24 Stunden nach *c*, so daß sich die Sonne dem Planeten nicht um den Bogen A *a*, sondern um A *a* weniger *b c* nähert. Man kann daher den Punkt *b* unbeweglich annehmen, oder den Planeten wie einen Fixstern ansehen, wenn man in den obigen Rechnungen statt der täglichen Bewegung der Sonne A *a*, den Unterschied beyder Aendrungen A *a* — *b c* setzt, oder statt der wahren Bewegung der Sonne ihre relative Bewegung in Ansehung des Planeten gebraucht. Es sey z. B. im wahren Mittage eines Orts die Rektaszension der Sonne = 39° 2′ 15″, eines Planeten = 170° 6′ 31″, ihre täglichen Aendrungen A *a* = 57′ 15″ und *b c* = 18′ 3″. Man hat also den Unterschied beyder Rektaszensionen im wahren Mittage, oder A *b* = 131° 4′ 16″ = 471856″, und die tägliche relative Bewegung der Sonne oder A *a* — *b c* = 39′ 12″, woraus man, wie oben (§. 119.), die Proportion erhält: 360° 39′ 12″ zu 131° 4′ 16″ wie

24 Stunden zur Zeit der Kulmination des Planeten, oder 1298352″ zu 471856″ wie 24 Stunden zu 8 St. 43 Min. 20 Sek. Der Planet kulminirt also des Abends um 8 Uhr 43 Min. 20 Sek. wahrer Sonnen-Zeit.

§. 121. Die auf diese Art gefundene Zeit der Kulmination, um den in Zeit verwandelten halben Tagebogen des Sterns vermindert oder vermehrt, gibt den Augenblick seines Auf- oder Untergangs (§. 118.): und man sieht leicht, nach welchem Verhältnisse diese Verwandlung vorgenommen werden müsse, wenn man die Zeit, wie gewöhnlich, durch wahre Sonnen-Zeit ausdrücken will. Da nämlich in 24 Stunden wahrer Sonnen-Zeit ein Bogen des Aequators von $360° + A\,a$ durch den Meridian geht (§. 119.), so findet man die Zeit, die der halbe Tagebogen gebraucht, durch das Verhältniß: $360° + A\,a$ zum halben Tagebogen, wie 24 Stunden zur gesuchten Zeit, welche von der Zeit der Kulmination abgezogen, die wahre Zeit des Aufganges gibt. Bey den Planeten, die in der Zeit vom Mittage bis zu ihrem Auf- oder Untergange ihre Abweichung, also auch ihren Tagebogen ändern, muß man dann für diese gefundene Zeit des Auf- oder Unterganges ihre Abweichung, und daraus den Tagebogen (§. 118.) berechnen, der dann mit der Zeit der Kulmination verbunden, die Zeit des Auf- und Unterganges genauer gibt. Allein die bisher vorgetragene Rechnung ist zum gemeinen Gebrauche, wenigstens mit Ausnahme des Mondes, hinlänglich genau. Auf- und Untergang.

Ende des ersten Theils.

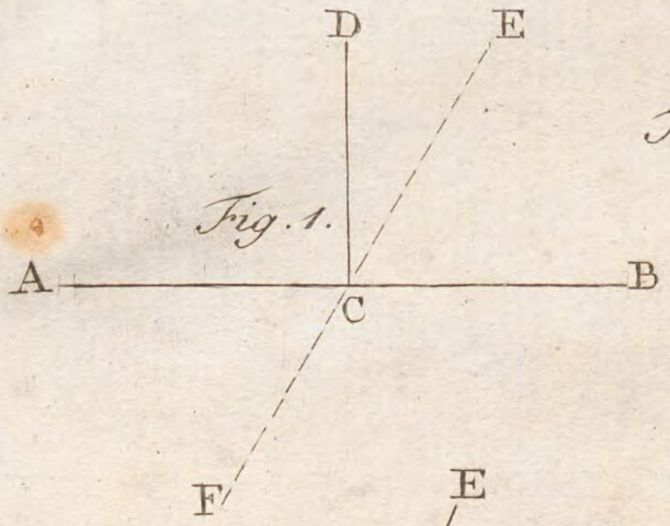


Fig. 1.

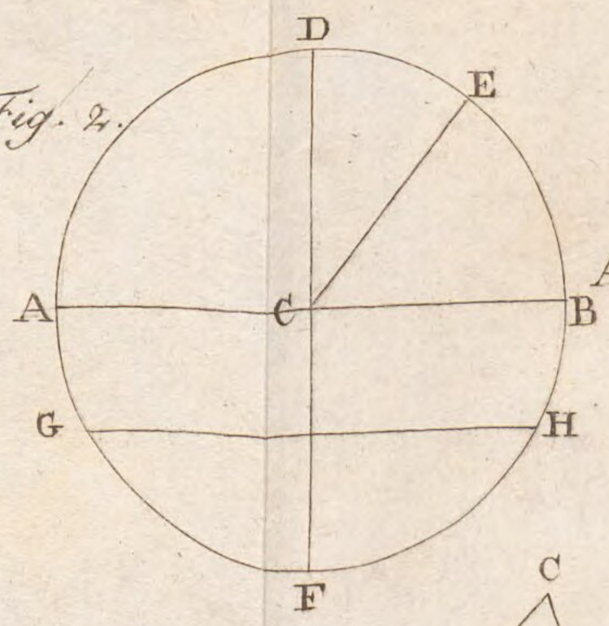


Fig. 2.

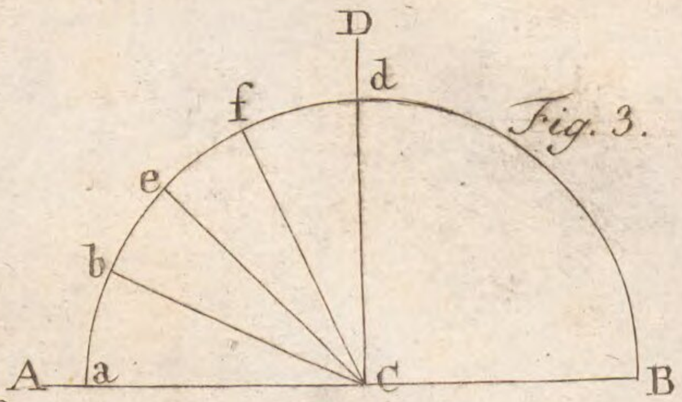


Fig. 3.

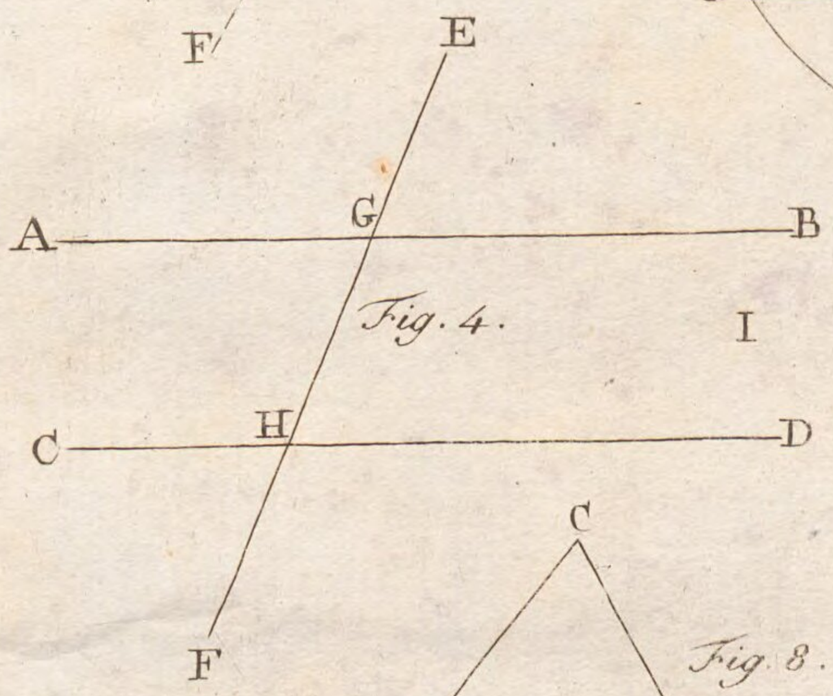


Fig. 4.

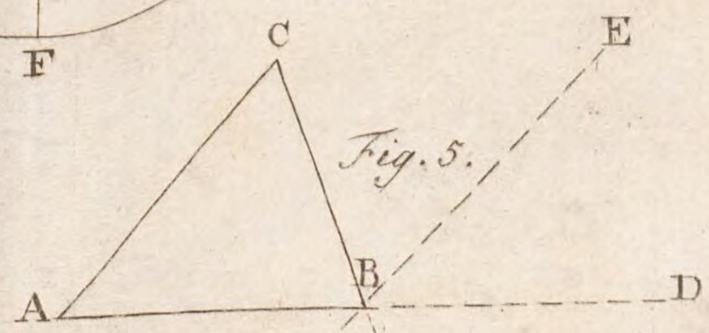


Fig. 5.

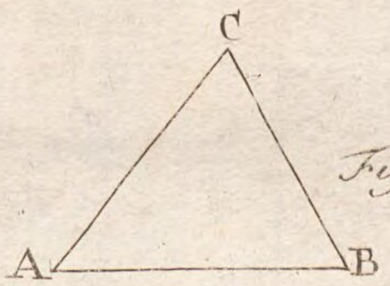
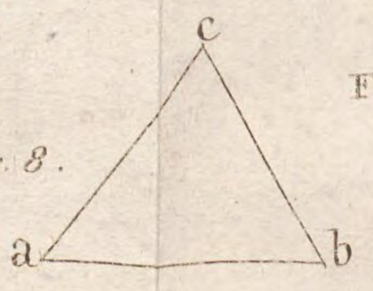


Fig. 8.



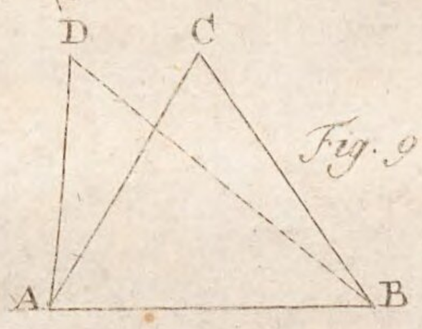


Fig. 9.

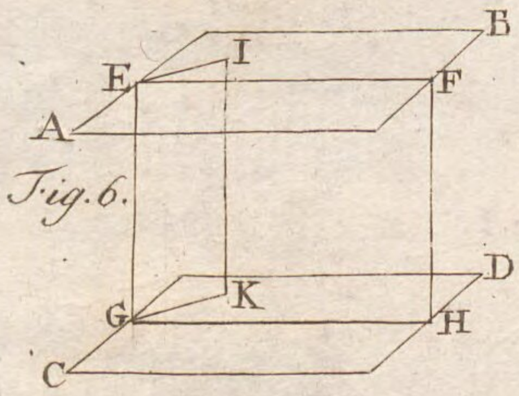


Fig. 6.

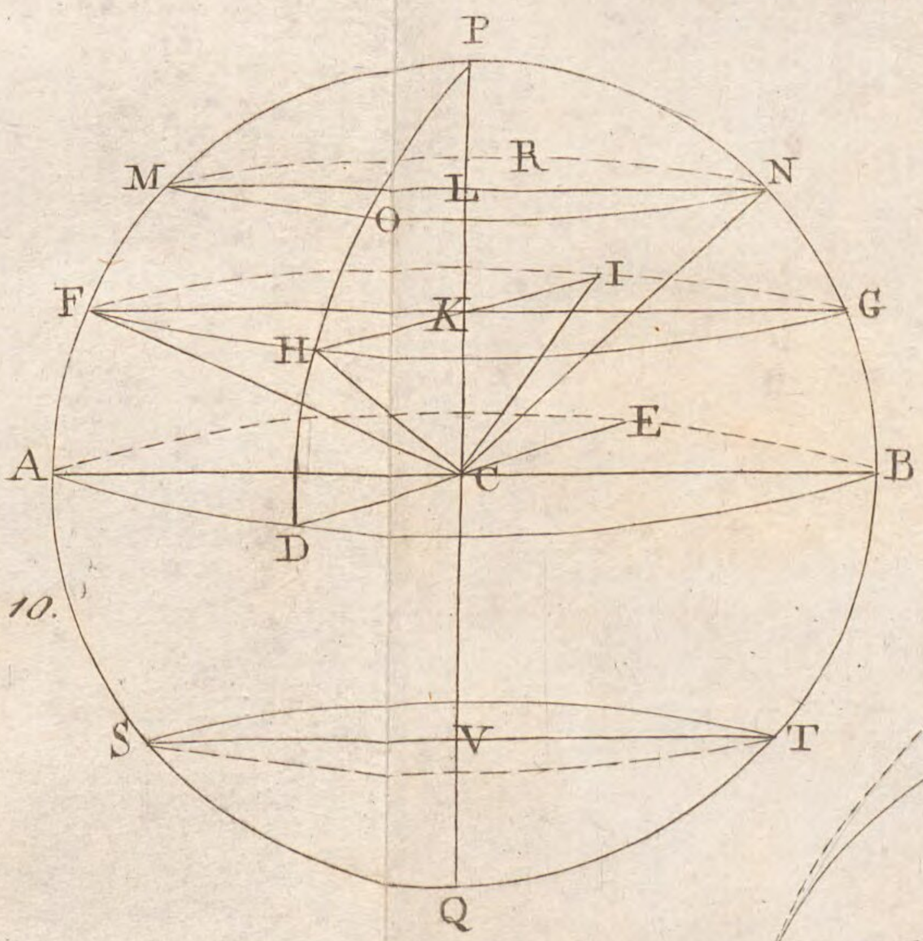


Fig. 10.

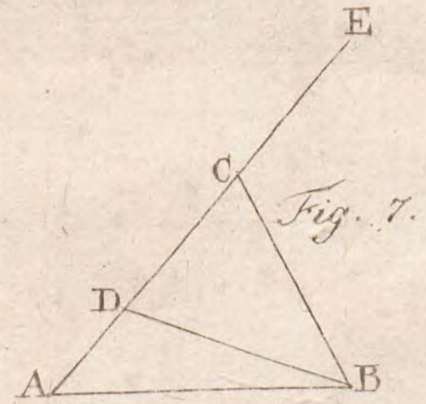


Fig. 7.

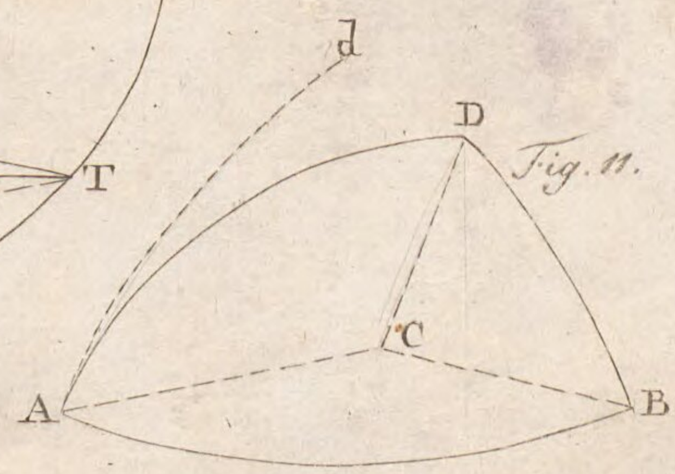


Fig. 11.

Schuberts Pop. Astr. Taf. I.

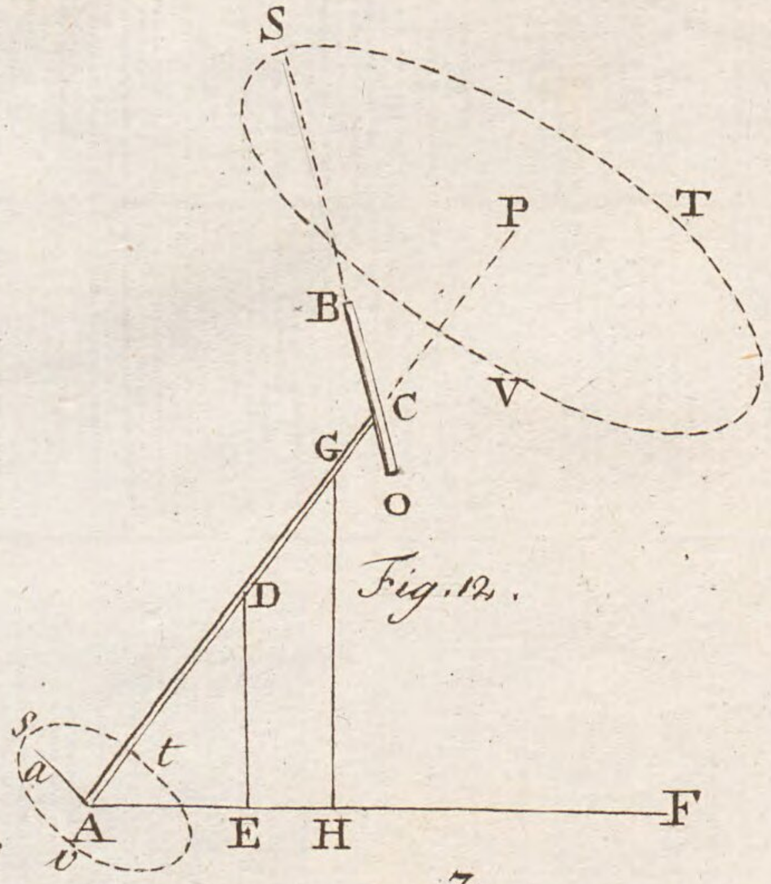


Fig. 12.

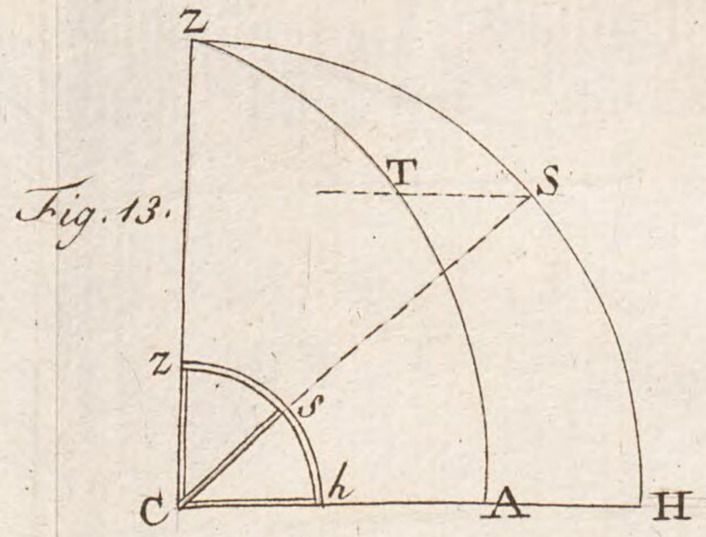


Fig. 13.

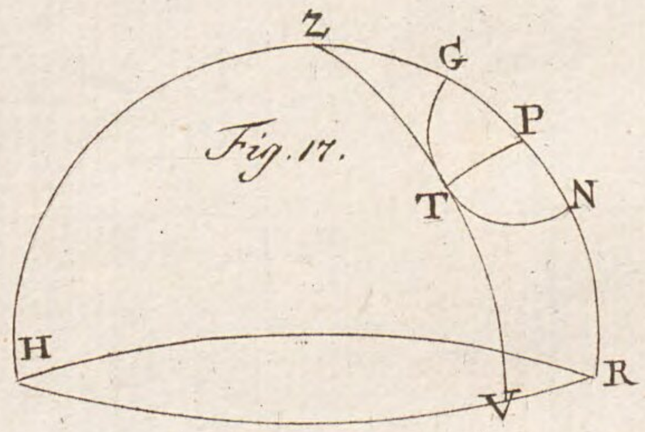


Fig. 17.

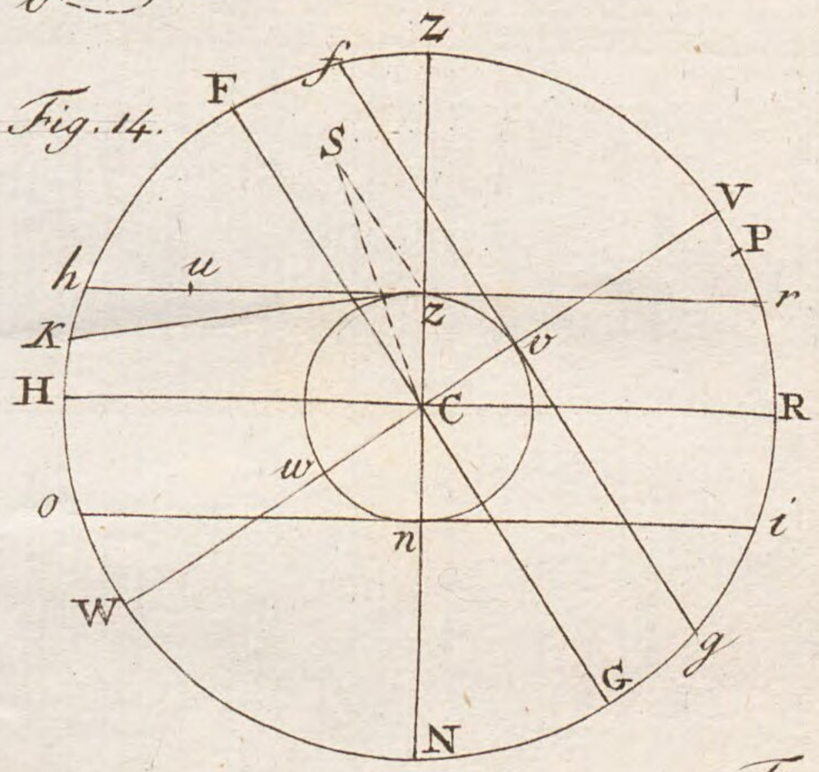


Fig. 14.

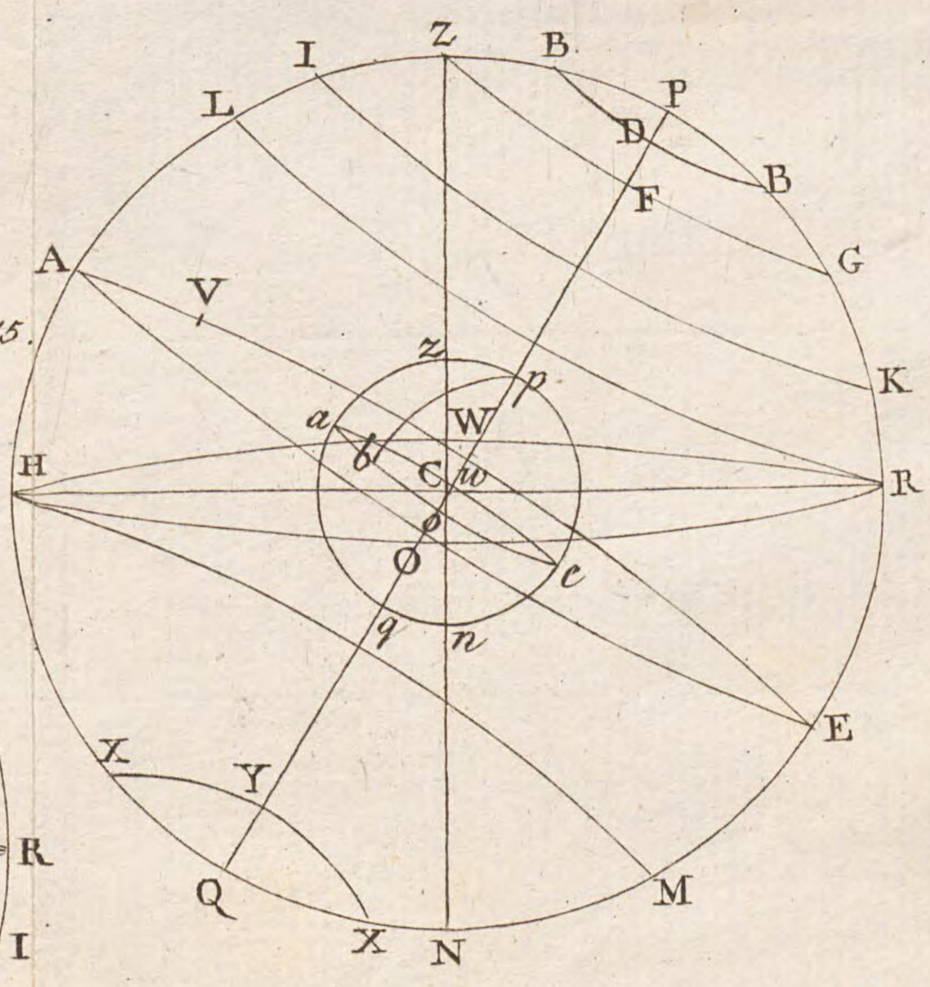


Fig. 15.

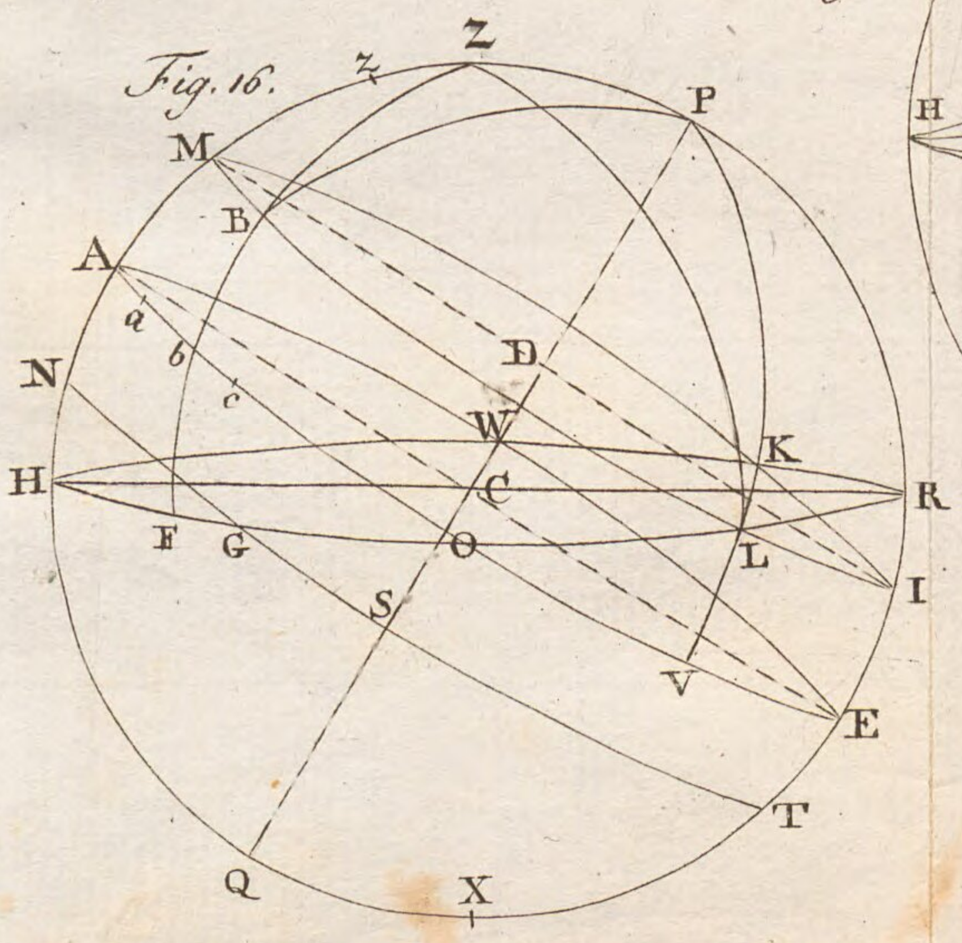


Fig. 16.

Schuberts Pop. Astr. Taf. II.

Fig. 18.

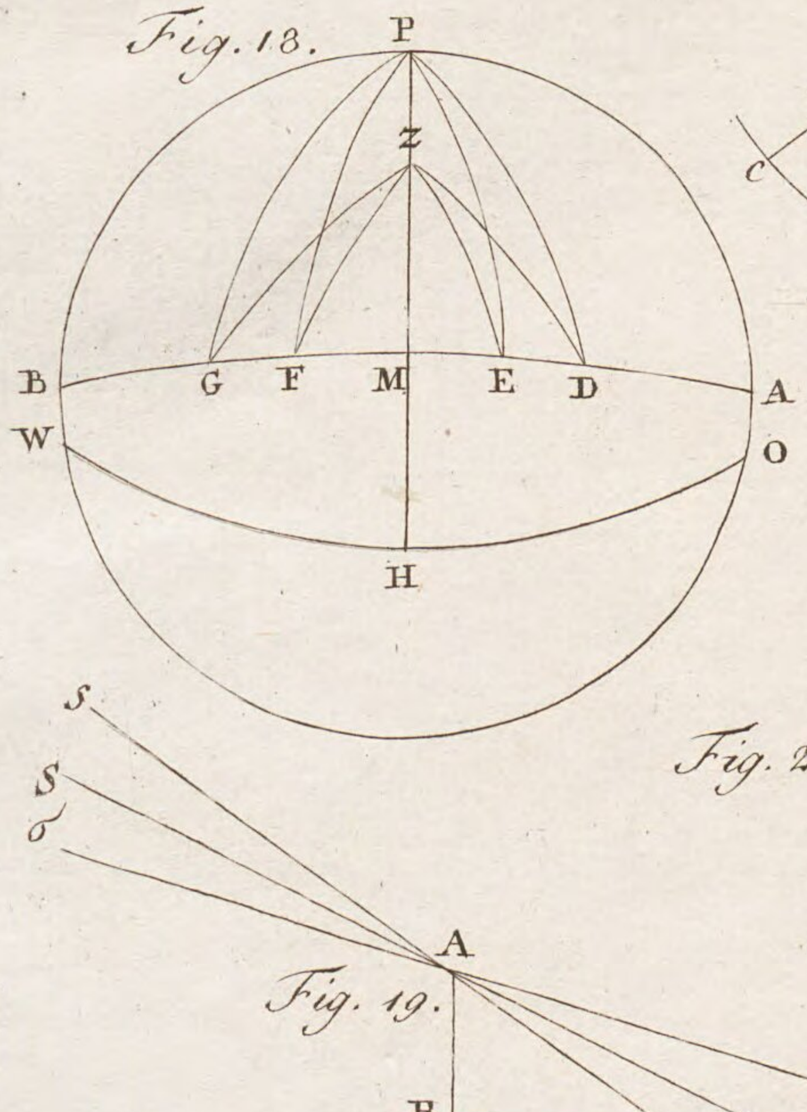


Fig. 19.

Fig. 20.

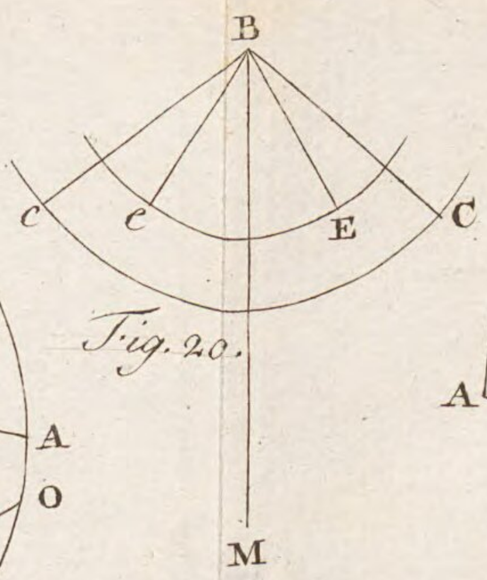


Fig. 21.

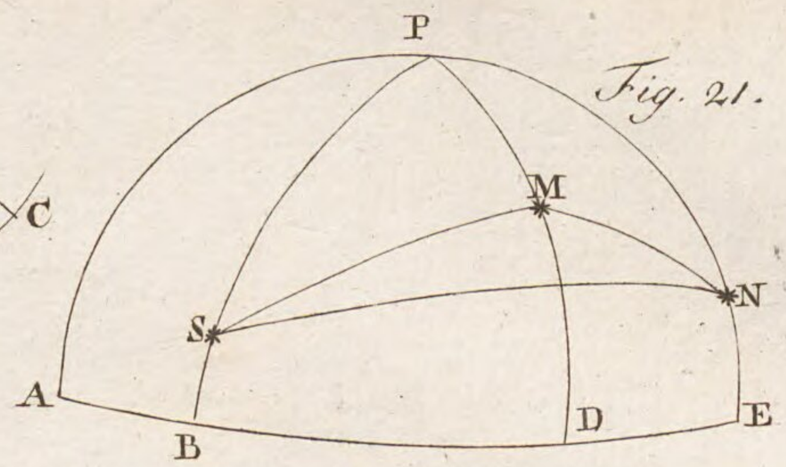


Fig. 22.

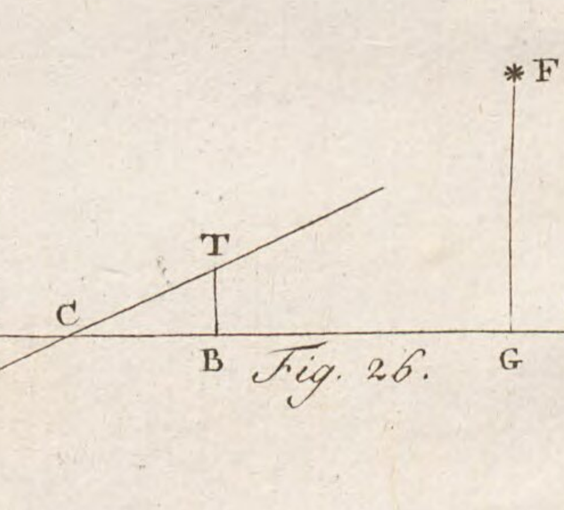


Fig. 23.

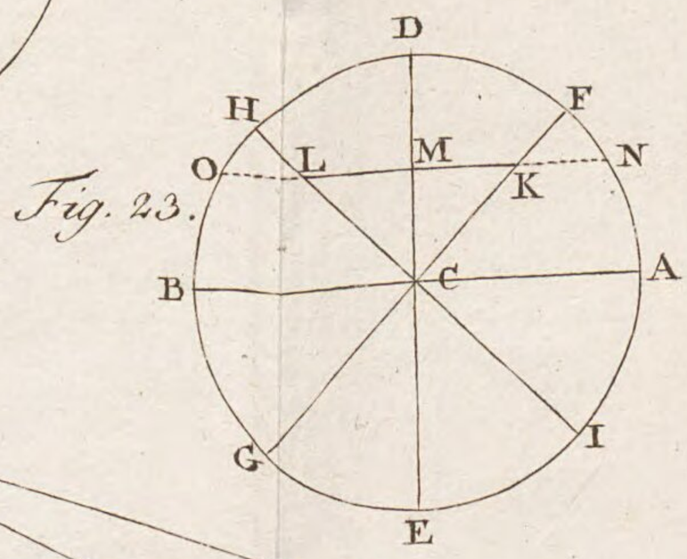


Fig. 24.

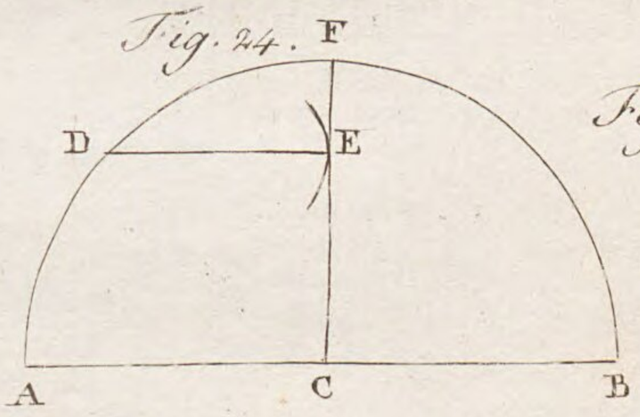


Fig. 25.

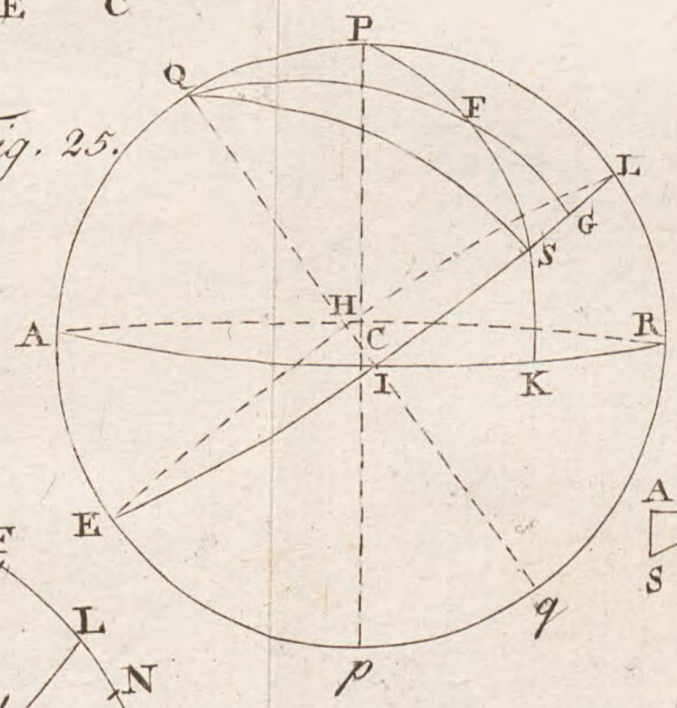


Fig. 26.

Fig. 27.

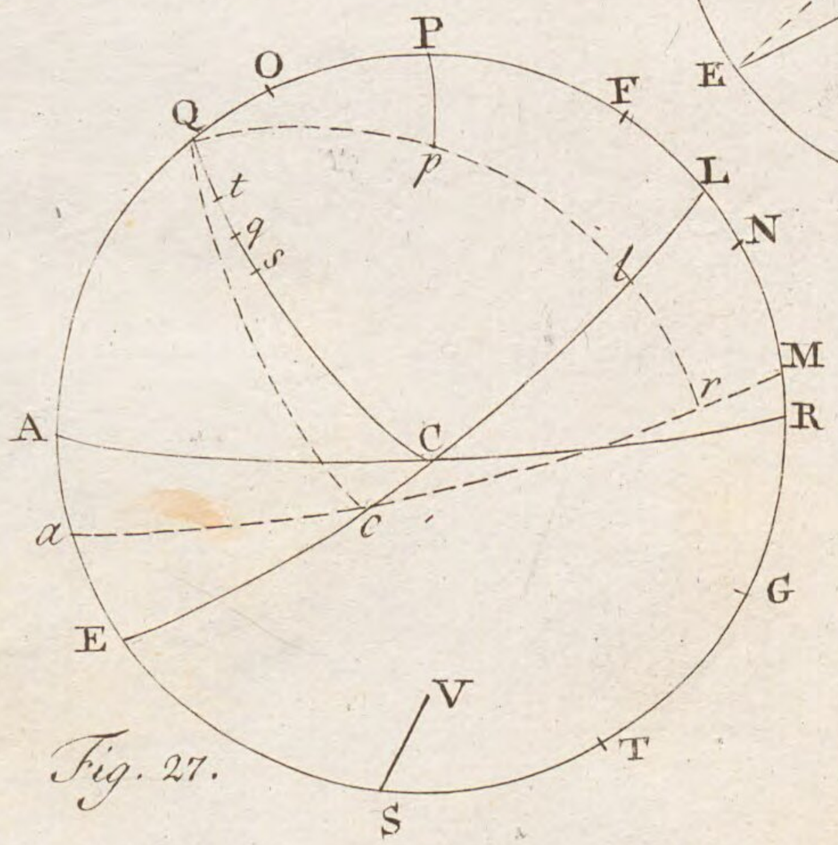
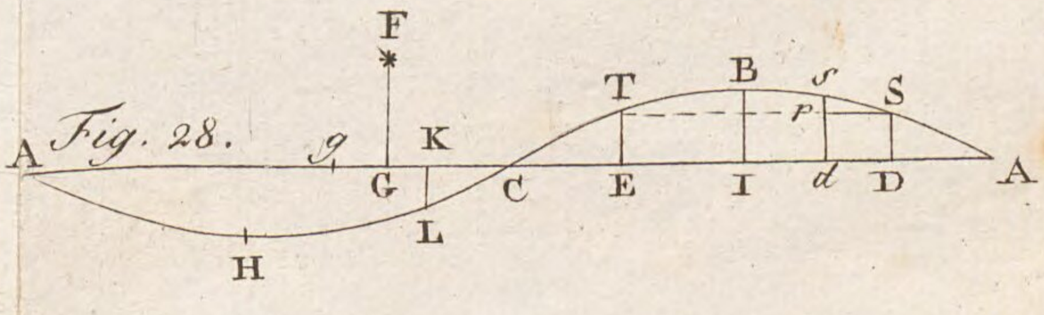


Fig. 28.



Schuberts Pop. Astr. Taf. III.

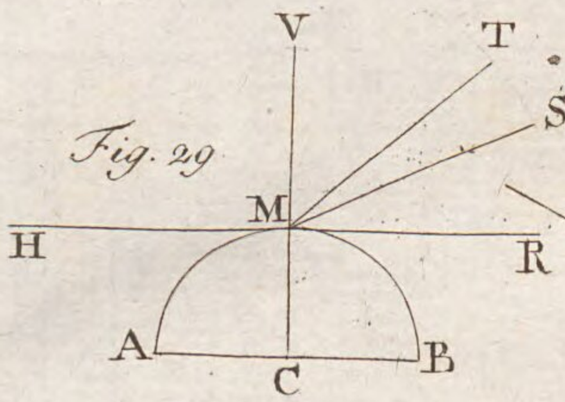


Fig. 29

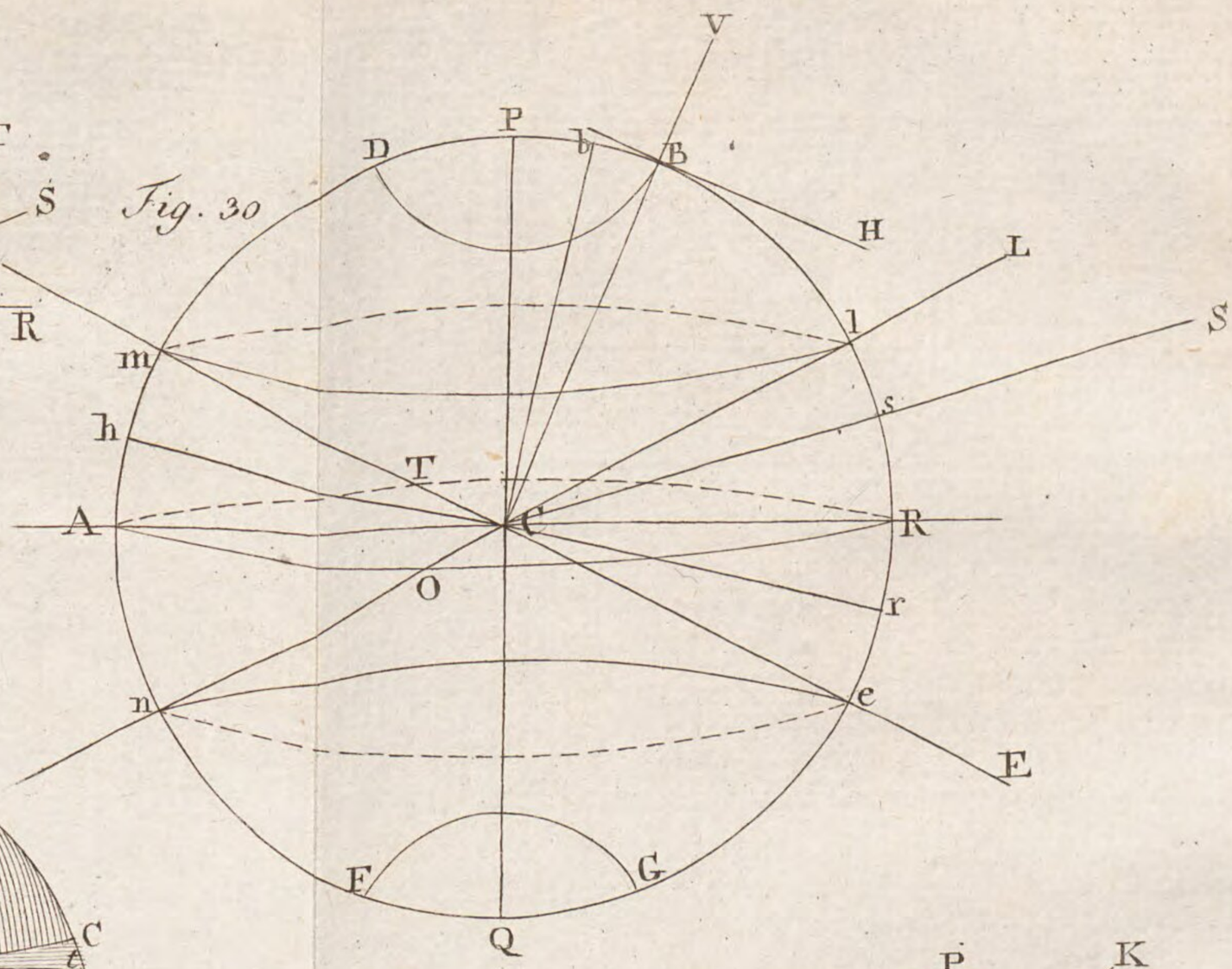


Fig. 30

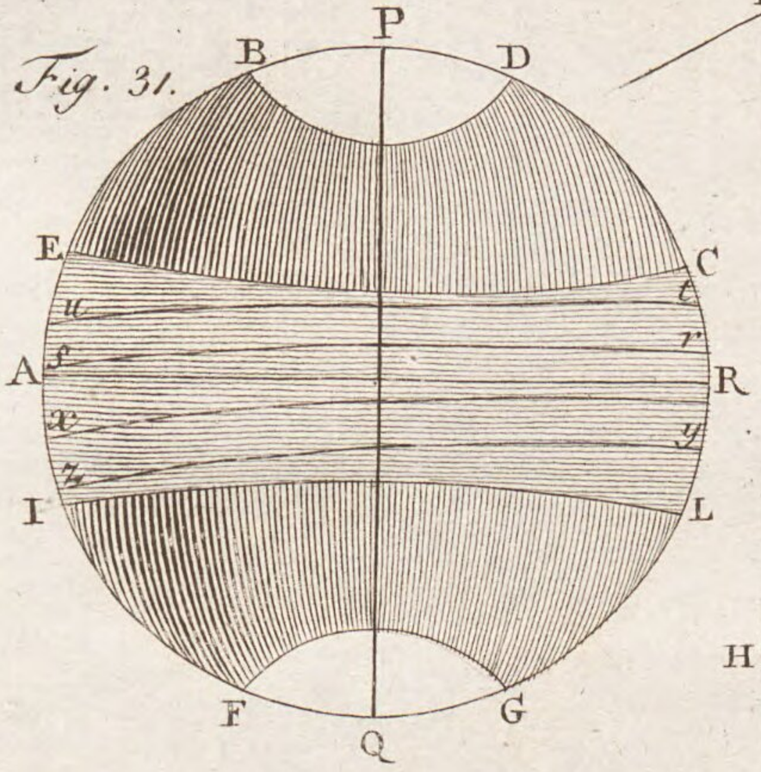


Fig. 31.

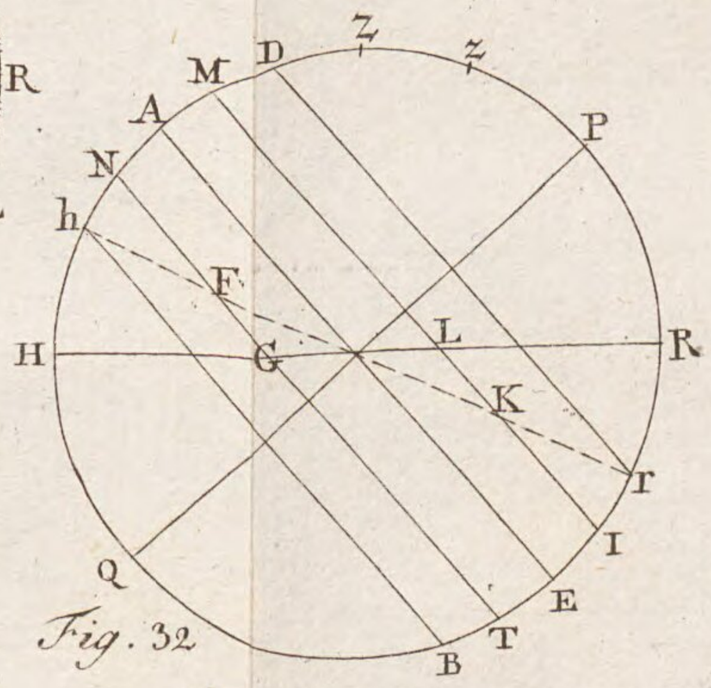


Fig. 32

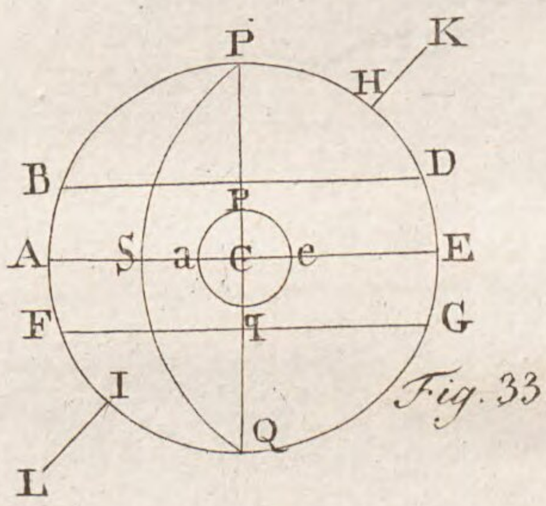


Fig. 33

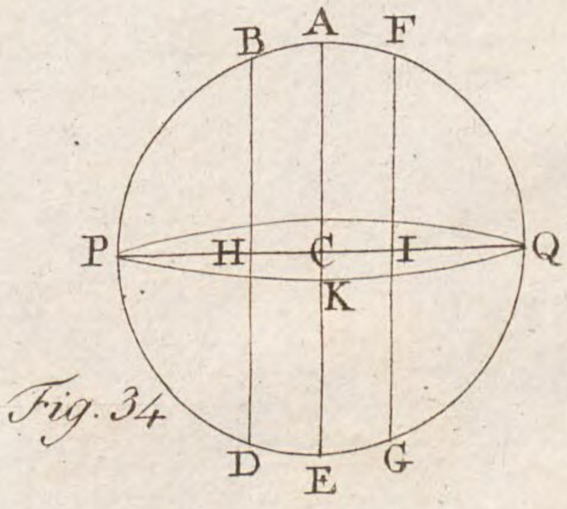


Fig. 34

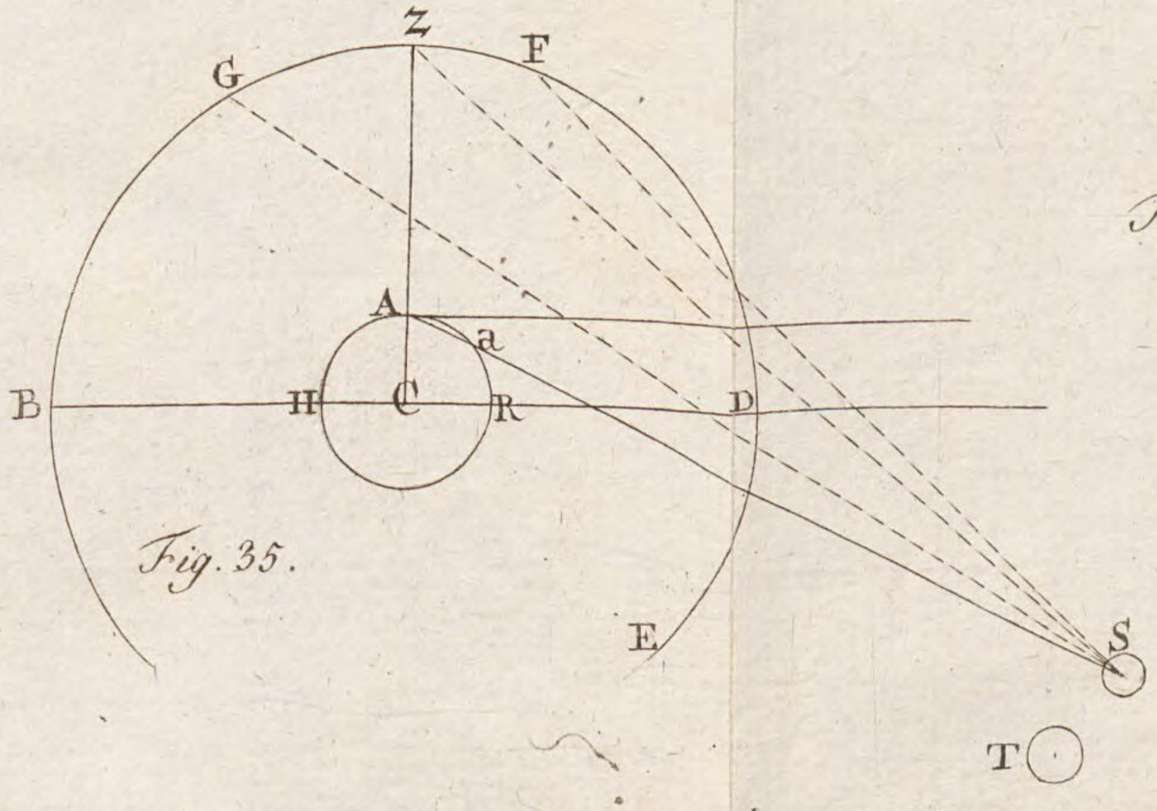


Fig. 35.

Schuberts Pop. Astr. Taf. IV.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schubert, Friedrich Theodor <<von>>,

Populäre Astronomie

Bd.: 1

St. Petersburg (1804)

Astr.u. 184-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10061136-7